

LEVYVALSSAIMEN TASAPAINOTUSHYDRAULIIKAN VIKAPUUANALYYSI

ELMAS-ohjelmalla tehtynä

Toni Juvén

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Kone- ja tuotantotekniikka

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty Raahessa Ruukin tehtaassa valssausosastolle keväällä 2010 – keväällä 2011 aikana. Ohjaajina työssäni oli Kari Penson ja työelämäohjaajana toimi Jarno Markus-Hannelin Ruukin Raahen tehtaasta. Haluan kiittää ohjaajiani ja kunnossapitohenkilöstön puolelta Tuomo Junttilaa, joka auttoi hydraulijärjestelmien toiminnan selventämisessä ja vikojen selvittelyssä.

Raahessa 2.5.2011

Toni Juvén

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikan sv.

Tekijä: Toni Juvén

Opinnäytetyön nimi: Levyvalssaimen tasapainotushydrauliikan vikapuuanalyysi

Työn ohjaajat: Kari Penson, Jarno Markus-Hannelin

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2011

Sivumäärä: 46

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli kehittää Rautaruukki Oyj:n levyvalssaimen tasapainotushydrauliikkajärjestelmän luotettavuutta ja sen avulla vaikuttaa levyvalssialueen käyntiasteen kehitykseen.

Työssä käsitellään levyvalssaimen tasapainotushydrauliikkajärjestelmää ja sen käyttövarmuuden kehitystä vikapuuanalyysin avulla. Vikapuuanalyysi esittää järjestelmävikaan johtavat tapahtumat ja niiden syyt. Sen muodostamiseen käytetään ELMAS-luotettavuuden analysointiohjelmaa, mihin rakennettiin vikapuumalli levyvalssaimen tasapainotushydrauliikasta. Malliin hankittiin tietoa Arttu-kunnossapitojärjestelmästä MTTF- ja MTTR-arvojen määrittelyyn ja apuna käytettiin kunnossapitohenkilöstön kokemuksiin perustuvaa tietoa järjestelmän kunnossapidosta.

Työn tuloksena oli vikapuu tasapainotushydrauliikan vioista, jotka aiheuttavat levyvalssaimen seisokin. Vikapuumallia pystytään analysoimaan ELMAS-ohjelmalla. Analyysin avulla pystyttiin tunnistamaan tasapainotushydrauliikkajärjestelmän kriittiset laitteet, eniten vikoja aiheuttavat toimilaitteet sekä havaittiin hydrauliijärjestelmässä olevat puutteet. Vikapuuanalyysin avulla saavutettiin kehitystä hydrauliijärjestelmän vikojen ennalta ehkäisyssä ja hydrauliijärjestelmän käyttövarmuuden parantamisessa.

Asiasanat:

hydrauliikka, käyttövarmuus, luotettavuus, vikapuuanalyysi, kunnossapito

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering, Production Engineering

Author: Toni Juvén

Title of thesis: The Fault Tree Analysis of the Balancing Hydraulics in the Rolling Mill

Supervisors: Kari Penson, Jarno Markus-Hannelin

Term and year of completion: Spring 2011

Number of pages: 46

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to develop the reliability of the balancing hydraulics system of plate rollers at Rautaruukki Corporation's Rolling Mill in Raahe. Another aim was to affect the development of the utilization rate on the plate rollers area.

The work handles the plate rolling mill's balancing hydraulics system and the development of its with a fault tree analysis. The system reliability is analyzed with the fault tree analysis, which shows system failure events and their causes. The fault tree analysis is made by an ELMAS reliability analysis program, where the fault tree model of the plate rolling mill's balancing hydraulic system was built. To define MTTF and MTTR values, Arttu maintenance system was used. Also; maintenance staff's practical knowledge on system maintenance was acquired.

The result of the study was a fault tree of balancing hydraulic defects causing plate rollers shutdowns. We can analyze the fault tree model with the ELMAS program. The analysis enables to identify the critical equipment in the balancing hydraulics system. It also enables to identify the actuators which cause most defects and the faults observed in the hydraulic system. The fault tree analysis allows the prevention of problematic failures in the hydraulics system and this improves the reliability of the hydraulic system.

Keywords:

hydraulics, reliability, fault tree analysis, maintenance

SISÄLLYS

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| ALKULAUSE | 1 |
| TIIVISTELMÄ..... | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| SISÄLLYS..... | 5 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 1.1 Työn tavoitteet..... | 8 |
| 1.2 Rautaruukki Oyj..... | 9 |
| 1.3 Levyvalssaus prosessi | 10 |
| 2 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖVARMUUS..... | 12 |
| 2.1 Kunnossapidon tavoitteet ja määrittely | 12 |
| 2.2 Kunnossapitolajit | 12 |
| 2.2.1 Huolto..... | 14 |
| 2.2.2 Ehkäisevä kunnossapito | 14 |
| 2.2.3 Korjaava kunnossapito..... | 14 |
| 2.2.4 Parantava kunnossapito..... | 14 |
| 2.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen..... | 15 |
| 2.3 Käyttövarmuus | 15 |
| 2.4 Käyttövarmuuden aikamääreet..... | 16 |
| 3 HYDRAULIIKKA | 18 |
| 3.1 Yleistä | 18 |
| 3.1.1 Peruskäsitteitä | 18 |
| 3.1.2 Hydrauliiikan väliaineet | 18 |
| 3.2 Hydraulitekniiikka | 19 |
| 3.3 Hydromekaniikka..... | 19 |
| 3.3.1 Hydrostaatiikka | 19 |
| 3.3.2 Hydrodynamiikka | 20 |
| 3.4 Hydraulijärjestelmät..... | 21 |
| 3.4.1 Hydraulijärjestelmän rakenne..... | 21 |
| 3.4.2 Energian muuttaminen | 22 |
| 3.4.3 Energian säätö..... | 22 |
| 3.4.4 Energian siirto | 22 |

| | |
|------------------------------------------------------|----|
| 3.4.5 Hydraulijärjestelmien ominaisuuksia | 23 |
| 4 ELMAS | 24 |
| 4.1 Yleistä | 24 |
| 4.2 Mallinnus | 24 |
| 4.3 Analysointi | 25 |
| 5 VIKAPUU | 26 |
| 5.1 Vikapuun symbolit | 26 |
| 5.2 Vikapuuanalyysin laadinta | 27 |
| 5.3 Vikapuun todennäköisyysarviointi | 28 |
| 5.4 Vikapuun etuja ja haittoja | 28 |
| 6 LEVYVALSSAIMEN TASAPAINOTUSHYDRAULIIKKA | 30 |
| 6.1 Yleistä | 30 |
| 6.2 Kannatushydrauliikan toiminta | 30 |
| 6.2.1 Käyttökoneikko | 30 |
| 6.2.2 Hilsepesurin hydrauliikka | 31 |
| 6.2.3 Ylätukivalssin kannatushydrauliikka | 32 |
| 6.2.4 Kaavareiden hydrauliikka | 33 |
| 6.2.5 Akselien kannatushydrauliikka | 34 |
| 6.2.6 Työvalssien kannatushydrauliikka | 35 |
| 6.3 Paineenkorotushydrauliikan toiminta | 36 |
| 6.3.1 Käyttökoneikko | 36 |
| 6.3.2 Paineenkorotussylinterit | 37 |
| 7 ELMAS-VIKAPUUANALYYSI | 39 |
| 7.1 Tasapainotushydrauliikan vikapuun laadinta | 39 |
| 7.1.1 Kannatusjärjestelmän vikaantuminen | 39 |
| 7.1.2 Paineenkorotusjärjestelmän vikaantuminen | 40 |
| 7.2 MTTF ja MTTR arvojen määrittäminen | 41 |
| 7.3 Analyysi | 41 |
| 7.3.1 Koko tasapainotusjärjestelmän analyysi | 41 |
| 7.3.2 Kannatusjärjestelmän analyysi | 42 |
| 7.3.3 Paineenkorotusjärjestelmän analyysi | 42 |
| 7.4 Järjestelmän kriittisyysluokittelu | 43 |
| 8 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET | 44 |
| 9 YHTEENVETO | 45 |

| | |
|---------------------|----|
| LÄHDELUETTELO | 46 |
| LIITTEET | 47 |

1 JOHDANTO

Työn lähtökohtana on Rautaruukki Oyj:n levyvalssialueen kunnossapidon tarve kehittää hydraulijärjestelmien luotettavuutta ja sen avulla vaikuttaa levyvalssialueen käyntiasteen kehitykseen. Levyvalssialueen laitteet sisältävät paljon hydrauliiikkaa, joten hydraulijärjestelmät ovat merkittävä osakokonaisuus laitteen toiminnan kannalta. Parempi hydraulijärjestelmien luotettavuus vähentää prosessin suunnittelemattomia ei-toivottuja seisokkeja, jotka aiheutuvat laitteiden odottamattomista hydraulikomponenttien vikaantumista. Hydraulijärjestelmien vikaantuminen pyritään estämään ehkäisevän kunnossapidon toimintojen avulla vaihtamalla/kunnostamalla komponentit ennen niiden vikaantumista. Työssä järjestelmän luotettavuuden analysointiin käytetään vikapuuanalyysiä, joka esittää järjestelmävikaan johtavat tapahtumat ja niiden syyt.

Hydraulijärjestelmästä pitää olla runsaasti tietoa käytettävissä. Järjestelmän toimintaan pitää perehtyä perusteellisesti. Toimintokuvaukset ovat hyvänä apuna. Järjestelmästä ja sen alijärjestelmistä pitää olla tarkat ja ajan tasalla olevat hydraulikaaviot, osaluettelot, sähköistyskaaviot. Komponenteista tarvitaan spesifikaatiot sekä riittävän tarkat halkileikkauskuvat. Suuret järjestelmät on edullista jakaa ensin suurehkoihin kokonaisuuksiin (esim. pumppu, toimilaitteet, sähköistys...) Saattaa olla eduksi, että analyysin tekijällä ei ole kokemusta järjestelmässä aiemmin havaituista vioista. Tällöin saattaa löytyä ennennäkemättömiäkin vikapolkuja, koska ajatukset eivät ole "urautuneet". Luotettavuuslaskenta on usein hankalaa, koska vikaantumistodennäköisyyksien arviointi on todella vaikeaa. /Lähde 7/

Analyysin avulla pyritään optimoimaan hydraulijärjestelmien luotettavuus tunnistamalla kriittiset laitteet, paikantamalla mahdolliset puutteet ja tekemällä tarvittavat muutokset ennakko- huoltoihin. Optimoinnilla voidaan saavuttaa huomattava kehitys ongelmallisten hydraulijärjestelmien vikojen ennalta ehkäisyssä ja sitä kautta parantaa käyttövarmuutta.

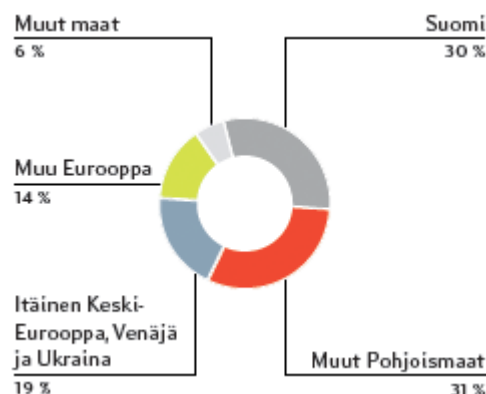
1.1 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on kehittää Rautaruukki Oyj:n levyvalssialueen levyvalssaimen tasapainotushydrauliikkajärjestelmän luotettavuutta ja siten vaikuttaa koko prosessin käyttövarmuuden kehitykseen. Hydraulijärjestelmän luotettavuutta on tarkoitus kehittää tunnistamalla kriittiset laitteet, paikantamalla mahdolliset puutteet sekä tekemällä tarvittavat

muutokset ennakkohuolto-ohjelmiin ja määräaikaistarkistuksiin. Työssä käytetään laitteen luotettavuuden määrittämiseen ELMAS-käyttövarmuudenanalysointiohjelmaa. Luotettavuuden mallintaminen tehdään vikapuuanalyysin avulla tekemällä vikapuu ELMAS-ohjelmaan ja suorittamalla analyysi tehdylle vikapuulle. Vikapuuanalyysi tehdään levyvalssaimen tasapainotushydrauliikkajärjestelmästä.

1.2 Rautaruukki Oyj

Rautaruukki Oyj on teräs- ja konepajateollisuuden tuotteisiin erikoistunut metallialan yritys, jonka käytössä on markkinointinimi Ruukki (vuodesta 2004). Yritys toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia rakentamiseen ja konepajateollisuudelle. Yhtiö toimii 27 eri maassa ja henkilöstöä on yhteensä 11700. Ruukin markkina-alueena on Eurooppa ja kasvun painopiste on itäisessä Keski-Euroopassa, Venäjällä ja Ukrainassa. Liikevaihto vuonna 2009 oli noin 2 miljardia euroa. /Lähde 1/



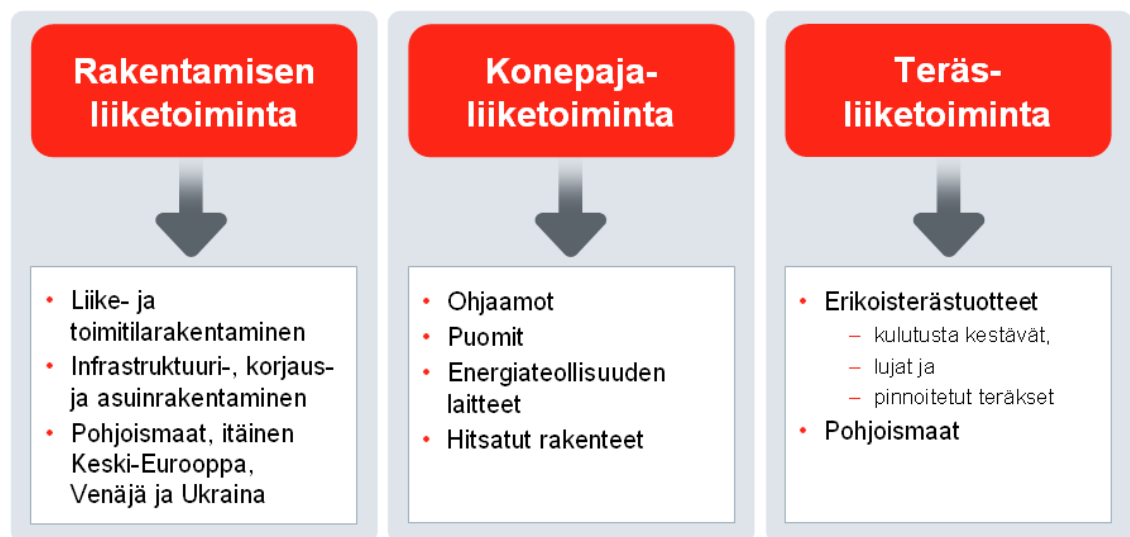
KUVA 1. Liikevaihto maittain 2009

Ruukki koostuu kolmesta eri liiketoiminta-alueen divisioonasta: Ruukki Construction, Ruukki Engineering ja Ruukki Metals. /Lähde 1/

Ruukki Construction eli rakentamisen liiketoiminta toimittaa rakentamista nopeuttavia ja tehostavia teräsrakenneteknisiä toimitila- ja liikehuoneistorakentamiseen sekä infrastruktuurirakentamisen pohjarakentamiseen ja liikenneväylärakentamiseen. /Lähde 1/

Ruukki Engineering eli konepajaliiketoiminta toimittaa konepajateollisuudelle asennusvalmiita järjestelmiä ja komponentteja esim. nostureiden puomeja. /Lähde 1/

Ruukki Metals eli teräслиiketoiminta vastaa yhtiön terästuotannosta ja teräspalvelukeskuksista, sekä toimittaa terästuotteita. /Lähde 1/

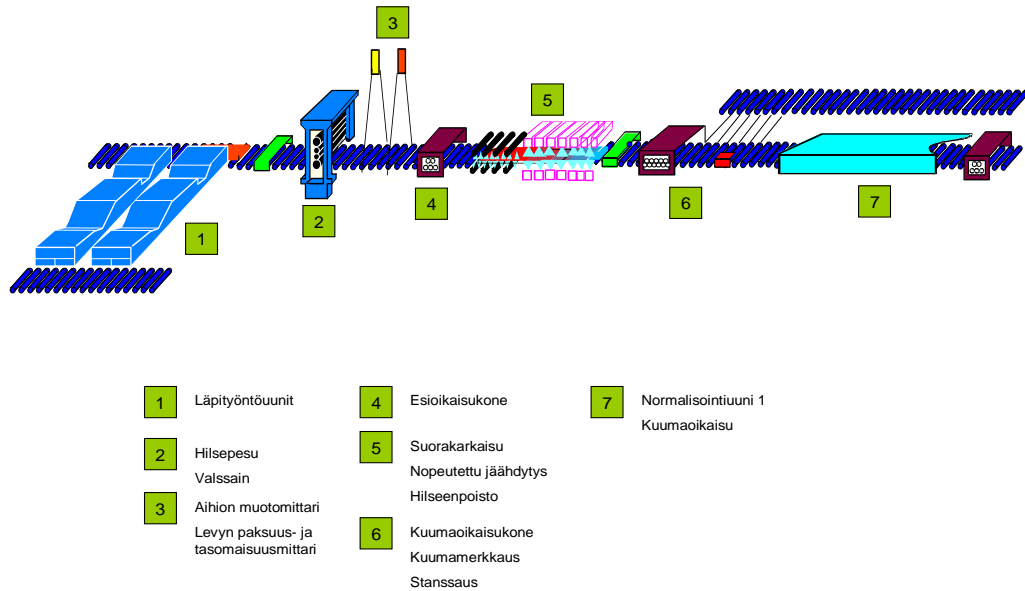


KUVA 2. Entistä tuotelähtöisempi toimintamalli

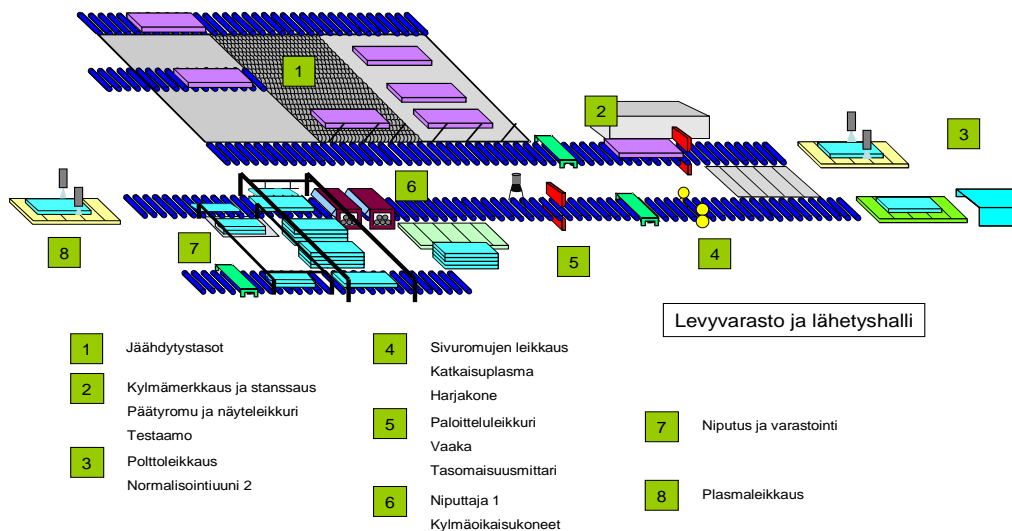
1.3 Levyvalssaus prosessi

Levyvalssauslinjalla(katso kuvat 3 ja 4) muotoon leikatuista aihioista tehdään asiakkaan tilauksen mukaisia kvarttolevyjä. Valssausprosessi alkaa läpityöntöuunista(katso kuva 3), jossa aihio kuumennetaan valssauslämpötilaan. Läpityöntöuunista aihio siirretään rullarataa pitkin levyvalssaimelle(Kuva 3), jossa aihio valssataan tuotanto-ohjeen määräämään paksuuteen raakalevyksi. Raakalevyille tehdään sen laadun vaatimat käsittelyt (esioikaisu, suorakarkaisu, nopeutettu jäähdytys, hilseenpoisto, kuumaokaisu, kuumamerkkaus, stanssaus ja erilaiset muut lämpökäsittelyt) ja siirretään levy jäähdytystasolle(Kuva 4). Jäähdytystasolla levy tarkastetaan ja osalevyt merkataan. Jäähdytystasolta levy menee mekaaniseen tai termiseen leikkaukseen(Kuva 4), jossa levy leikataan tuotanto-ohjeen mukaiseen mittaan. Leikkauksen jälkeen levy tarvittaessa oikaistaan tai lämpökäsitellään normaalisoituuunissa. Levyn reitti määräytyy tuotanto-ohjeen

mukaan, mutta mikäli laatu poikkeaa, voidaan levy uudelleen ohjata korjaaviin toimenpiteisiin. Kuvissa 3 ja 4 on havainnollistettu koko levyvalssauslinja.



KUVA 3. Levyvalssauslinjan rakenne(alkupää)



KUVA 4. Levyvalssauslinjan rakenne(loppupää)

2 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖVARMUUS

2.1 Kunnossapidon tavoitteet ja määrittely

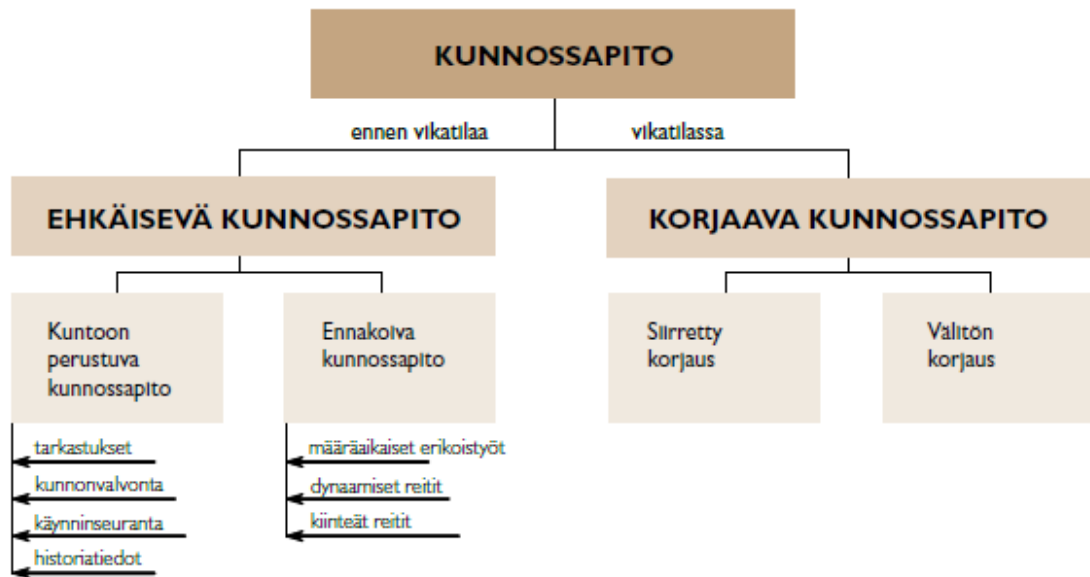
Kunnossapidon eri menetelmillä tarkkaillaan tuotantoprosessin toimintaa ja sen luotettavuutta. Kunnossapidon tavoitteena on asetettujen tavoitteiden mukainen käyttöaste ja ylläpitää laitteiden käyttövarmuus tavoitteiden mukaisena. Näiden asioiden toimiessa oikein luovat ne mahdollisuuden hyvätasoiseen käytettävyyteen ja käyttöasteeseen. Käyttövarmuus merkitsee myös toiminnan luotettavuutta. /Lähde 2/

SFS-EN 13306 -standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti. Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. /Lähde 2/

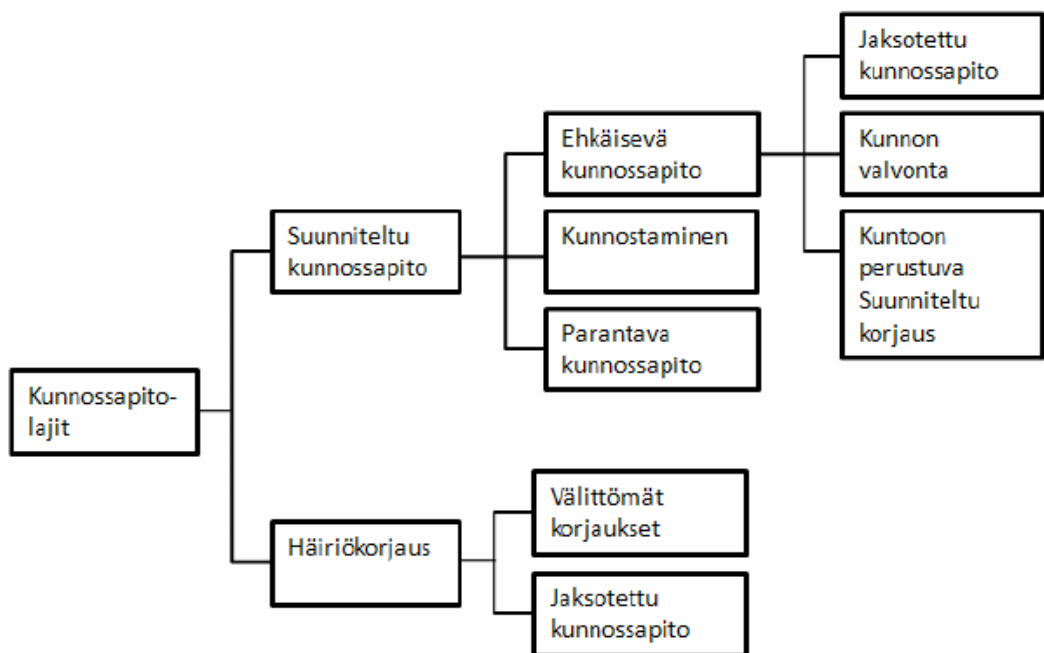
PSK 6201 -standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti. Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. /Lähde 2/

2.2 Kunnossapitolajit

SFS-EN 13306 -standardi jakaa kunnossapitolajit vian havaitsemisen mukaan. PSK 7501-standardi tarkastelee asioita taas hieman eri näkökulmasta ja jakaa lajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai häiriökorjauksia. /Lähde 2/



KUVA 5. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan



KUVA 6. Kunnossapitolajit PSK 7501 mukaan

Standardit jättävät kuitenkin huomioimatta kaksi viimeistä päälajia, vikojen ja vikaantumisen selvittämisen. Kunnossapitolajit voidaankin siten jakaa viiteen päälajiin, jotka ovat: /Lähde 2/

- huolto
- ehkäisevä kunnossapito

- korjaava kunnossapito
- parantava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

2.2.1 Huolto

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vian syntyminen. Jaksotettua huoltoa tehdään määrävälein ja välit määräytyvät käyttöajan tai määrän mukaan. /Lähde 2/

2.2.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon(katso kuvat 5 ja 6) avulla seurataan kohteen suorituskkyä tai sen parametreja. Ehkäisevän kunnossapidon keinojen päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen/osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä tai tehdään tarpeen vaatiessa. /Lähde 2/

2.2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon(katso kuva 5) avulla vikaantunut osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen perusteella voidaan laskea osan tai komponentin elinikä. Korjaavan kunnossapidon toimi voi olla joko suunniteltu kunnostus tai välitön häiriökorjaus. /Lähde 2/

2.2.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito(katso kuva 6) jaetaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteen rakennetta muutetaan käyttämällä kehittyneempiä osia muuttamatta kohteen suorituskkyä.

Toisessa ryhmässä tehdään erilaisia uudelleensuunnitteluja ja korjauksia, joilla kehitetään koneen epäluotettavuutta, eli muutetaan konetta luotettavammaksi.

Kolmannessa ryhmässä nostetaan kohteen suorituskykyä erilaisilla modernisaatioilla. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Tämä tilanne syntyy yleensä, kun vanhalla koneella ei enää pystytä valmistamaan tuotteita kilpailukykyisesti. /Lähde 2/

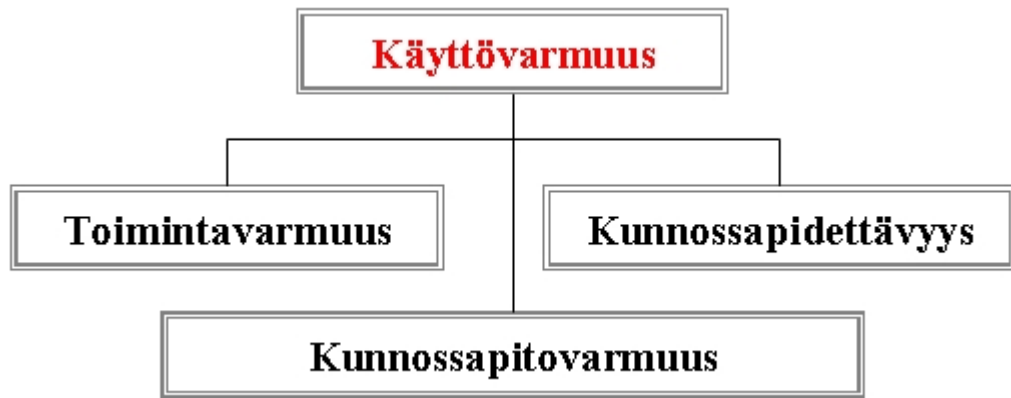
2.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä selvitetään vikaantumisen perussyyn ja vikaantumisprosessi. Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei kuitenkaan ole mielletty standardeissa kunnossapitoon kuuluviksi toiminnoiksi. Asiantuntijoiden mielestä vikahistorioiden ja riskianalyyysien käyttö ovat silti yksi tärkeimpiä kunnossapitoa ohjaavia voimia. Tässä työssä käytetäänkin hydraulikkajärjestelmän luotettavuuden parantamisessa vikapuuanalyysia, joten mielestäni vikojen ja vikaantumisen selvittämisen on hyödyllistä kunnossapidon kannalta. /Lähde 2/

2.3 Käyttövarmuus

Käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteiden/prosessin kykyä toimia häiriöttömästi. Käyttövarmuus on sitä korkeampi, mitä paremmin laitteistot tai laitteet pystyvät toimimaan häiriöttömästi suunnitelluissa tuotanto-olosuhteissa. Heikko käyttövarmuus aiheuttaa paljon odottamattomia vikaantumisia sekä ylimääräisiä pysäytyksiä tuotantoprosessiin. Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Käyttövarmuus voidaan jakaa kahteen olennaiseen tekijään: /Lähde 3/

- kohteen kyky toimia vikaantumatta
- kohteen palautettavuus toimintaan, vikaantumisen jälkeen.



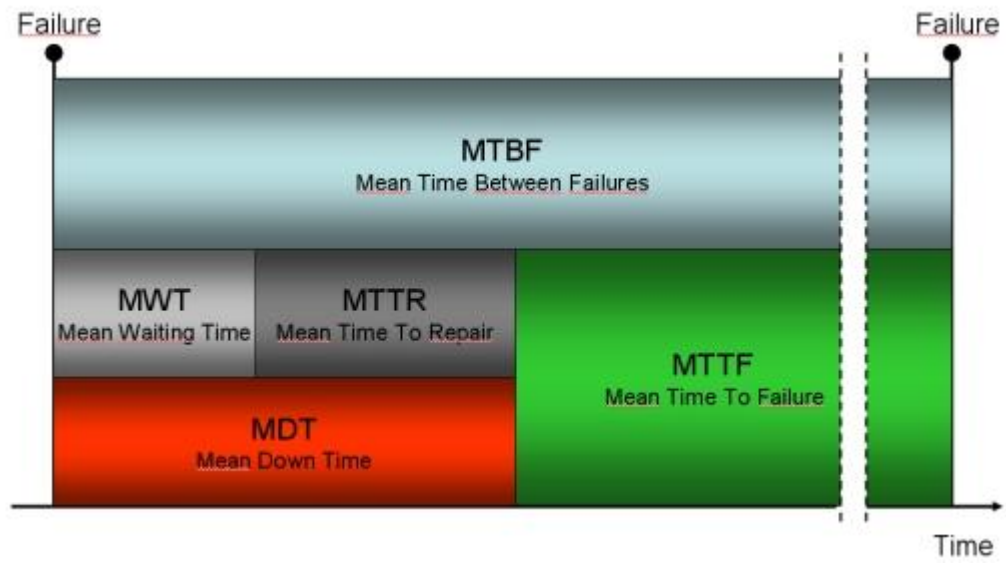
KUVA 7. Käyttövarmuuden osatekijät

Toimintavarmuus eli luotettavuus tarkoittaa kohteen kykyä suorittaa toiminto määrätyissä oloissa vaaditussa ajassa. Toimintavarmuus kuvaa kohteen kykyä ja ominaisuutta. Kunnossapitovarmuus eli huoltovarmuus määrittää kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu kunnossapitotehtävä tehokkaasti, määrätyissä oloissa ja ajanhetkellä. Kunnossapidettävyys eli huollettavuus taas kuvaa kuinka hyvin kohde on kunnossapidettävissä. /Lähde 3/

2.4 Käyttövarmuuden aikamääreet

Käyttövarmuuden keskeiset aikamääreet: /Lähde 3/

- MTBF = Keskimääräinen vikavälin odotusarvo
- MTTF = Keskimääräinen vikaantumisaika
- MDT = Keskimääräinen toimintakelvottomuusaika
- MWT = Keskimääräinen odotusaika
- MTTR = Keskimääräinen toipumisaika



KUVA 8. Käyttövarmuuden aikamääreet havainnollistettuna

3 HYDRAULIIKKA

3.1 Yleistä

Hydrauliikka tarkoittaa tehonsiirtoa paineväliaineen, paineen ja tilavuusvirran avulla. Hydrauliikan avulla saavutetaan suurempi tehotiheys ja parempi joustavuus, kuin mekaanisen tehonsiirron avulla, koska tehonsiirron väliaine on nestemäinen. /Lähde 4/

3.1.1 Peruskäsitteitä

Hydrauliikka on yleisnimitys kaasujen ja nesteiden hydrostaatiikan ja hydrodynamiikan teknillisille sovellutuksille.

Hydrostaatiikassa tarkastellaan relatiivisessa tai absoluuttisessa levossa olevia nesteitä ja kaasuja.

Hydrodynamiikassa tarkastellaan liikkeessä olevia nesteitä ja kaasuja.

Hydraulitekniiikka on hydrauliikan osa, joka käsittelee käytännössä katsottuna kokoonpuristumattomia väliaineita, erityisesti nesteitä (öljyjä).

Öljyhydrauliikka käyttää väliaineena paineenalaista öljyä.

Pneumatiikka (paineilmatekniiikka) käyttää väliaineena paineenalaista kaasua (ilma).

Hydrostaattinen tehonsiirto käyttää hyväksi paine- eli potentiaalienergiaa. /Lähde 4/

3.1.2 Hydrauliikan väliaineet

Hydrauliikan väliaineita ovat: /Lähde 4/

- vesi (pumput, voimalaitokset, jäähdytyskierröt)
- emulsio (paloarat sovellukset)
- mineraaliöljy (öljyhydrauliikkaan sovellukset)
- synteettinen öljy (öljyhydrauliikka sovellukset)
- kasviöljy (ympäristöystävälliset vaihtoehdot)

3.2 Hydraulitekniiikka

Hydraulitekniiikkaa kutsuttiin vielä vähän aikaa sitten ”öljyhydrauliikaksi ja pneumatiikaksi”, koska hydrauliikan kuviteltiin olevan nesteiden virtausoppia tai tiedettä. Nykyään tämä nimitys on korjattu standardeihin ja tosiasiasa hydraulitekniiikka käsittelee energian siirtoa paineväliaineilla, erityisesti nesteillä, mutta myös ilmalla. Hydraulitekniiikassa paineväliaineiden mekaanisista ominaisuuksista (paineensiirtokyky) puhuttaessa käytetään nesteistä termiä hydromekaniikka ja ilmasta aeromekaniikka. /Lähde 5/

3.3 Hydromekaniikka

Hydromekaniikan lakeja käytetään virtaustekniikan puolella. Hydromekaniikkaan sisältyvät hydrostatiikan (paikallaan olevien nesteiden/kaasujen mekaniikka) ja hydrodynamiikan (virtaavien nesteiden/kaasujen mekaniikka) lait siirrettäessä painetta, energiaa tai signaaleja paineen muodossa. Kaasut ja nesteet ovat molemmat paineväliaineita, mutta nesteet kokoonpuristuvat vähemmän. /Lähde 5/

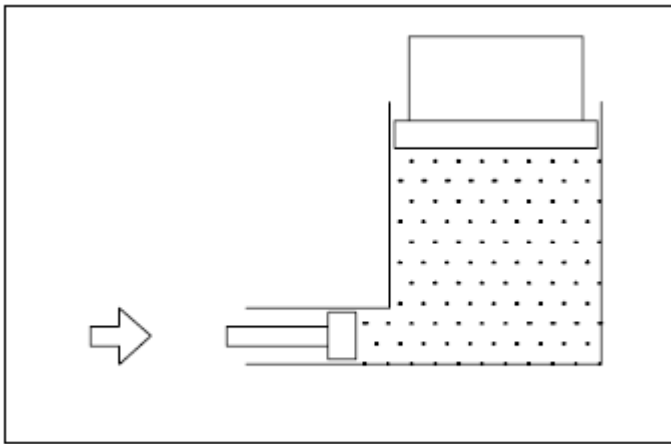
3.3.1 Hydrostatiikka

Hydrostatiikassa käytetään paineenalaista nestettä tehon siirtämiseen. Järjestelmän tekemä työ saavutetaan paine-energian avulla (katso kuva 9). Pascalin laki on hydrostatiikan perusta. ”Stationääriseen nesteeseen kohdistuvan voiman vaikutus leviää joka suuntaan nesteessä. Paineen suuruus nesteessä on voima jaettuna pinta-alalla. Paine vaikuttaa aina suorassa kulmassa sitä rajoittavan säiliön pintoihin.” Paineella on sama vaikutus joka puolelle, kun ei oteta huomioon hydrostaattista painetta eli nesteen oman painovoiman aiheuttavaa painetta (nykyaikaiset järjestelmät toimivat niin korkeilla paineilla, että tämä voidaan jättää ottamatta huomioon). Hydrostaattiset järjestelmät toimivat suhteellisen korkeilla paineilla ja pienillä virtausnopeuksilla, jotta hydrodynaamiset vaikutukset pysyisivät mahdollisimman pieninä (hydrostaattiset lait pätevät vain ideaalinesteille). /Lähde 5/

Paine on puristusvoima jaettuna pinta-alalla:

$$p = \frac{F}{A}$$

missä F = voima [N]
 A = pinta-ala [m²]
 p = paine [N/m²] = Pa



KUVA 9. Tehon siirto hydrostaattisesti, eli paineen avulla (paikallaan oleva neste = pieni virtausnopeus)

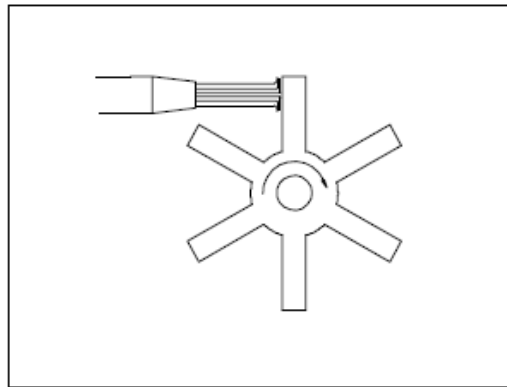
3.3.2 Hydrodynamiikka

Hydrodynamiikassa käsitellään liikkuvan nesteen mekaniikkaa (katso kuva 10). Hydrodynaaminen järjestelmä käyttää hyväkseen väliaineen liike-energiaa ja, ellei kitkavoimia nesteiden rajapinnoilla ja nesteen sisällä oteta huomioon, voidaan virtausta pitää ideaalisena. Hydrodynamiikka käsittelee virtauslakeja ja virtauksista aiheutuvia voimia. Esimerkkinä voidaan mainita nesteen pyörittämä hydraulimoottori, jota pumpun tuottama tilavuusvirta pyörittää. Tilavuusvirta on tärkeä ja oleellinen käsite hydraulikassa ja se ilmoittaa, kuinka paljon nestettä virtaa tietyssä kohdassa tietyssä ajassa. Ilman tilavuusvirtaa hydraulijärjestelmässä ei tapahtuisi käytännössä mitään (paineella ei ole tässä yhteydessä merkitystä, sillä se määrittelee kuorman). Hydrodynaamiset laitteet suunnitellaan toimimaan korkeilla virtausnopeuksilla ja suhteellisen pienillä paineilla. /Lähde 5/

Tilavuusvirta on pinta-ala kertaa nesteen virtausnopeus:

$$Q = A * v$$

missä Q = tilavuusvirta [l/min]
 A = pinta-ala [m²]
 v = nesteen virtausnopeus [m/s]



KUVA 10. Tehon siirto hydrodynaamisesti(virtaava neste/kaasu), eli nesteen virtausnopeuden avulla.

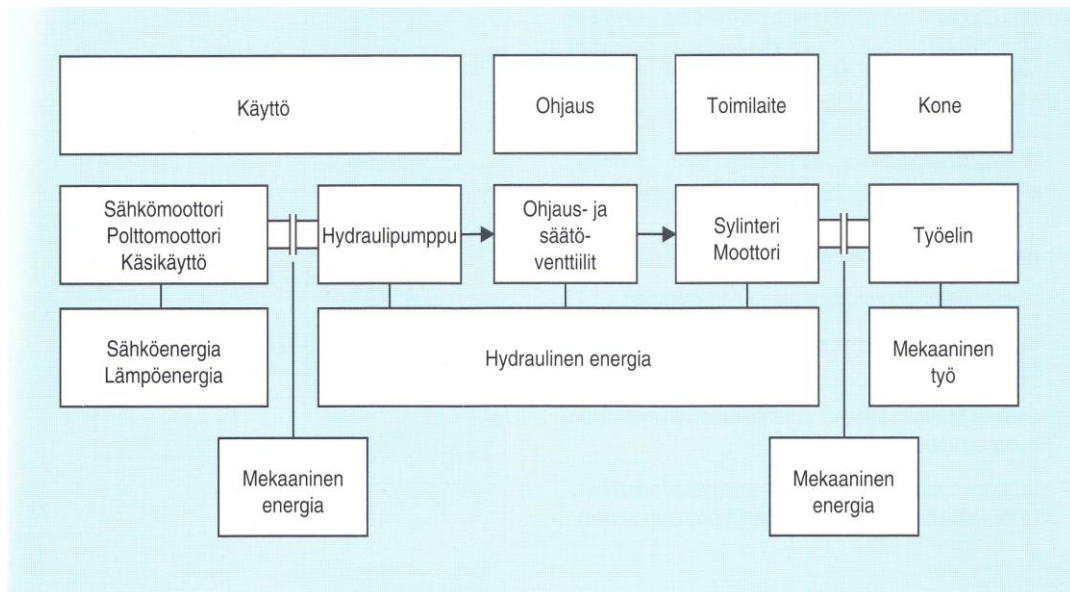
3.4 Hydraulijärjestelmät

Hydraulijärjestelmä muodostaa energian siirtoon pystyvän säädettävän kokonaisuuden, joka muodostuu yhdistelemällä eri hydraulikomponentit halutunlaiseksi kokonaisuudeksi. Hydraulijärjestelmillä on tiettyjä tärkeitä ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää niiden avulla.
/Lähde 5/

3.4.1 Hydraulijärjestelmän rakenne

Hydraulijärjestelmässä(katso kuva 11) muunnetaan mekaaninen energia hydrauliseksi energiaksi käyttölaitteen avulla, esim. sähkömoottori pyörittää hydraulipumppua. Hydraulista energiaa siirretään putkistojen kautta ja käytetään joko suljetussa tai avoimessa säätöpiirissä(suljetussa piirissä neste kiertää suoraan pumpulle takaisin, avoimessa piirissä neste palaa säiliöön ja

pumppu imee nesteen sieltä). Hydraulinen energia muuttuu toimilaitteen avulla taas takaisin mekaaniseksi energiaksi. /Lähde 5/



KUVA 11. Hydraulijärjestelmän rakenne ja toimintaperiaate(mekaanisen energian ja hydraulisen energian muuntuminen)

3.4.2 Energian muuttaminen

Mekaaninen energia muutetaan hydraulipumpuilla hydrauliseksi energiaksi. Hydraulisylintereitä ja hydraulimoottoreita käytetään muuttamaan hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi. /Lähde 5/

3.4.3 Energian säätö

Hydraulienergian siirto tapahtuu hydrauliikka järjestelmissä paineen ja virtauksen avulla. Paineen ja virtauksen suuntaan ja suuruuteen vaikutetaan säädettävillä pumpuilla ja avoimen sekä suljetun piirin säätöventtiileillä. /Lähde 5/

3.4.4 Energian siirto

Hydraulisen energian siirto tapahtuu painenesteen avulla laitteiston putkia ja letkuja hyödyntäen. Paineneste siirtää energiaa tai vain painetta. /Lähde 5/

3.4.5 Hydraulijärjestelmien ominaisuuksia

Hydraulijärjestelmässä suuret voimat saavutetaan suhteellisen pienillä järjestelmillä, koska voima tuotetaan paineen avulla. Järjestelmän toiminta voidaan käynnistää täydellä kuormalla, sillä järjestelmän paine on vakio. Nopeuden, momentin ja voiman hieno säätö on helposti toteutettavissa säätöventtiileillä. Ylikuormitussuoja on helposti ja yksinkertaisesti toteutettavissa varoventtiilillä. Järjestelmät sopivat nopeiden ja hitaiden liikkeiden säätöön, koska venttiileillä voidaan säätää tilavuusvirtaa. Energian varastointi on mahdollista kaasun avulla paineakuissa. Yksinkertainen keskusohjausjärjestelmä on helppo toteuttaa venttiililohkon avulla. Hydraulinen järjestelmä mahdollistaa hydraulisen energian muuttamisen mekaaniseksi energiaksi hajautetusti, kytkemällä venttiililohkoon avulla useita toimilaitteita.

4 ELMAS

4.1 Yleistä

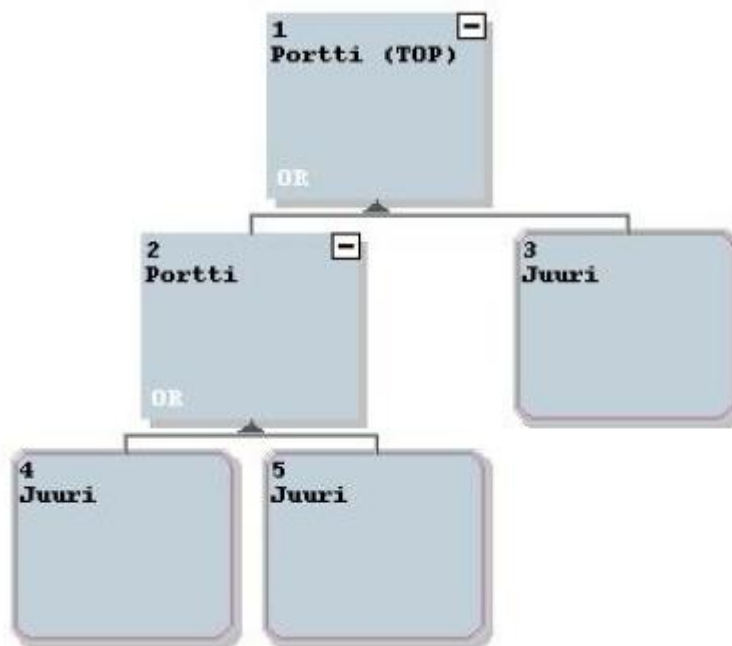
ELMAS(Event Logic Modeling and Analysis Software) on nimensä mukaisesti tapahtumalogiikan mallinnukseen käytettävä ohjelmisto. Ohjelmaa käytetään tapahtumien välisten loogisten suhteiden mallintamiseen ja analysointiin. Tapahtumaa voidaan käyttää minkä tahansa asian tai tilanteen mallintamiseen. Tapahtumien välisten suhteiden lisäksi ELMAS-ohjelmalla voidaan mallintaa muita tapahtumiin liittyviä ominaisuuksia monella eri tavalla. Ohjelmalla luotua mallia pystytään käyttämään ymmärryksen parantamiseen ja tiedon jäsentämiseen ja dokumentointiin. /Lähde 6/

Ohjelmistossa käytetään hyvin yleistä mallinnustapaa niin sanotun vikapuumallin avulla, ja siten sitä voidaankin käyttää lähes minkä tahansa kohteen mallinnukseen. Laitteen, järjestelmän, prosessin tai muun kohteen vikaantumisen analysoinnissa voidaan ELMAS-ohjelmalla tehdä vikapuuanalyysi(Fault Tree Analysis). Vikapuuanalyysillä voidaan myös analysoida käyttövarmuutta. Lisäksi ohjelmisto sisältää työkalun, jolla voidaan tehdä vikavaikutusanalyysi(Fairule Mode and Effect Analysis). Tässä työssä keskityttiin vikapuumallin rakentamiseen ja sitä kautta käyttövarmuuden analysointiin, joten FMEA-työkalua ei käytetty lainkaan. /Lähde 6/

4.2 Mallinnus

Ohjelmassa tutkittavan kokonaisuuden/järjestelmän osat ja niihin liittyvät ominaisuudet mallinnetaan solmujen avulla vikapuumalliksi. Solmut määritetään käyttäytymään, siten että ne kuvaavat mahdollisimman hyvin kokonaisuuden osien tai ominaisuuksien käyttäytymistä. Solmuilla on tila 1 tai 0, joka kuvaa, onko ominaisuutta vai ei. Ominaisuuksien välillä olevat syy-seuraus-suhteet mallinnetaan solmujen tilojen suhteiden avulla. On tärkeää, että solmujen tilojen suhteet on määritetty mallin sääntöjen perusteella, jotta mallista tulisi mahdollisimman täsmällinen eikä tulkintavirheitä eri käyttäjien välillä syntyisi. Sääntöjen mukaan rakennetuista solmujen tilojen suhteista muodostuu kausaalinen rakenne. Rakenteesta määritetään solmuille kausaalinen suhde asettamalla solmu jonkun toisen solmun syötteeksi. Tällöin jälkimmäinen solmu on ensimmäisen solmun kohde. Jos solmulla on syötteitä, kutsutaan sitä portiksi.

Kausaalisessa rakenteessa puun huippusolmua kutsutaan nimellä TOP. TOP:n alla on sen syötteet ja syötteiden alla niiden omat syötteet jne. Solmujen avulla rakennetaan järjestelmästä tai kokonaisuudesta mahdollisimman käyttökelpoinen ja ominaisuudet kuvaava malli, jota voidaan sitten tutkia ja käyttää analyysien muodostamiseen. Tutkittavan kokonaisuuden/järjestelmän mallinnuksessa on siis kyse kaikkien sen oleellisten ominaisuuksien mallintamisesta solmujen avulla. /Lähde 6/



KUVA 12. ELMAS-ohjelman vikapuumalli

4.3 Analysointi

ELMAS-ohjelmassa on erillinen analyysityökalu, jolla voidaan simuloida muodostettua mallia ja tutkia sen käyttäytymistä. Simuloimalla kertynyttä tietoa voi sitten analysoida eri menetelmillä ja saada siitä esiin konkreettisia tuloksia. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi tutkia eri komponenttien vaikutusta järjestelmän luotettavuuteen, lisäillä komponentteja järjestelmään ja tutkia tapahtuvia muutoksia jne. /Lähde 6/

5 VIKAPUU

5.1 Vikapuun symbolit

Järjestelmän tai komponentin vikapuuanalyysi rakennetaan käyttäen erilaisia graafisia symboleja. Yleisimmin käytetyt symbolit(katso kuva 13) ovat: /Lähde 7/

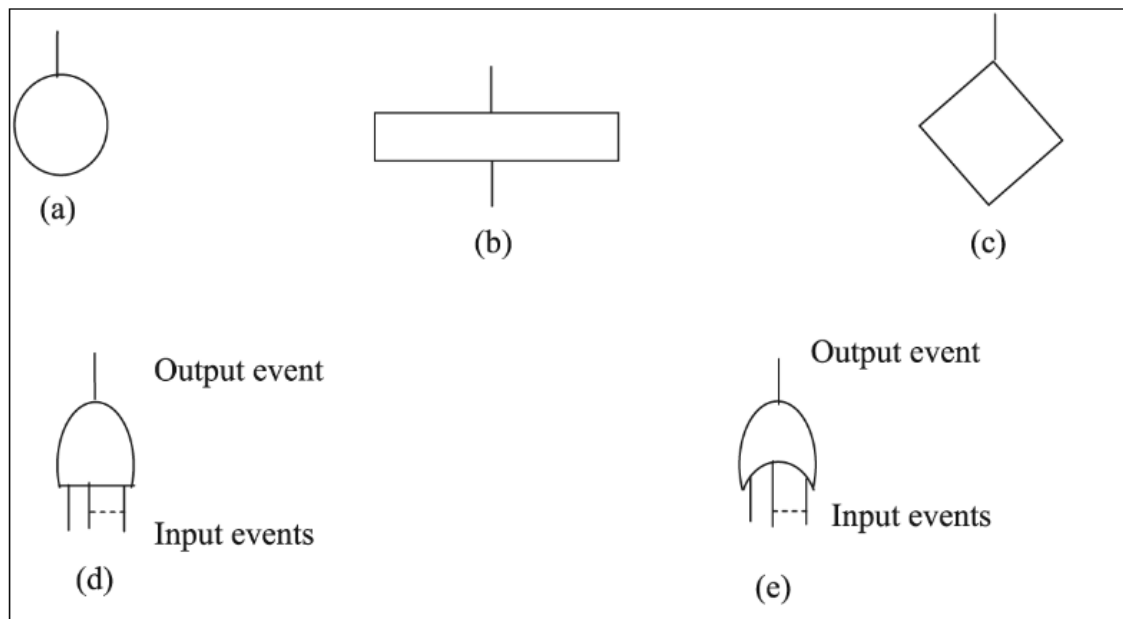
Suorakaide, kuvaa vikatapahtumaa, joka on saatu vikatapahtumien loogisena kombinaationa tietyn loogisen portin läpi(katso kuva 13).

Ympyrä, kuvaa perusvikatapahtumaa. Perusvikatapahtuman esiintymistodennäköisyys sekä vikaantumis- ja korjausvälit saadaan tyypillisesti kokemuseräisestä datasta(katso kuva 13).

Salmiakki, kuvaa vikatapahtumaa, jota ei puussa ole kehitetty syvemmälle. Syynä tähän voi olla että ko. tapahtuma ei ole mielenkiintoinen kyseisessä yhteydessä taikka sitten ko. tapahtumasta ei ole riittävästi tietoa saatavilla(katso kuva 13).

TAI-portin ulostulon vikatapahtuma ilmenee, jos yksi tai useampi sisäänmenotapahtuma ilmenee(katso kuva 13).

JA-portin ulostulon vikatapahtuma ilmenee, jos kaikki portin sisäänmenotapahtumat ilmenevät(katso kuva 13).



KUVA 13. Vikapuun symbolit (a) ympyrä, (b) suorakaide, (c) salmiakki, (d) TAI-portti, (e) JA-portti

5.2 Vikapuuanalyysin laadinta

Vikapuuta rakennetaan ylhäältä alaspäin, siten että huipputapahtuma on puun tyvi ja alitapahtumien loogisia kombinaatioita hyväksikäyttäen hahmotetaan puun juuret niin pitkälle, että saavutetaan perustapahtumat. Vikapuun laadinnassa voidaan käyttää seuraavanlaista järjestystä.

/Lähde 7/

1. Määritä järjestelmä, oletukset ja reunaehdot.
2. Jos on tarpeen, niin yksinkertaista monimutkaisia järjestelmiä laatimalla yksinkertainen, oleelliset inputit, outputit ja rajapinnat näyttävä lohkoavioesitys.
3. Identifioi analysoitavat huipputapahtumat.
4. Käyttämällä vikapuulogiikkaa ja -symboliikkaa identifioi kaikki syyt, jotka voivat aiheuttaa ko. huipputapahtuman.
5. Kehitä vikapuu vaaditun yksityiskohtaiselle tasolle.

6. Analysoi valmis vikapuu. Ymmärrä eri vikaolkujen logiikka ja keskinäiset suhteet. Hanki näiden avulla syväallinen tietämys yksityiskohtaisista järjestelmän ja komponenttien vioista.

7. Määritä tarpeelliset korjaavat toimenpiteet.

8. Dokumentoi analyysi ja valmistelee korjaavien toimenpiteiden seurantadokumentti.

5.3 Vikapuun todennäköisyysarviointi

Huipputapahtuman toteutumistodennäköisyyden arviointi aloitetaan arvioimalla ensin perustapahtumien vikaantumistodennäköisyydet ja sitten vikapuun avulla muodostetaan loogisten porttien mukaisesti huipputapahtuman todennäköisyysfunktio. Kun on kyse komponentista tai järjestelmästä, joka voidaan korjata, sen epäkäytettävyys (UA) voidaan laskea, edellyttäen että tunnetaan vakiovikaantumisväli (λ) ja vakiokorjausväli (μ). Yhtälö ilmaisee siis jatkuvuustilan todennäköisyyden sille, että tietty järjestelmä tai komponentti ei ole käytettävissä. /Lähde 7/

5.4 Vikapuun etuja ja haittoja

Luotettavuusanalyysi menetelmillä on omat etunsa ja haittansa. Vikapuulle voidaan luetella seuraavia etuja: /Lähde 7/

- Vikapuu identifioi viat poissulkevasti.
- Vikapuu tarjoaa graafisen avun järjestelmän hallintaan.
- Vikapuuanalyysi tuottaa syvällistä tietoa järjestelmän toiminnasta.
- Vikapuulla voidaan käsitellä monimutkaisia järjestelmiä
- Analysoijan on perehdyttävä järjestelmään perinpohjaisesti ennen analyysin aloittamista. Analysoija voi keskittyä yhteen vikaan kerrallaan.

- Analyysi tuottaa mahdollisuuden kvalitatiiviseen ja kvantitatiiviseen luotettavuusanalyysiin.

Vikapuun haittoja ovat: /Lähde 7/

- Vikapuuanalyysi on aikaa vievä menetelmä
- Analyysi on kallista suuren työmäärän vuoksi
- Vikapuun loppupäätelmiä on vaikea tarkastaa
- Komponenttien tai järjestelmän osittaisia vikoja on vaikea käsitellä (se joko toimii tai ei toimi)

6 LEVYVALSSAIMEN TASAPAINOTUSHYDRAULIIKKA

6.1 Yleistä

Levyvalssaimen tasapainotushydrauliikkaan sisältyy käyttökoneikon hydrauliikka, levyvalssaimen hilsepesurin hydrauliikka, ylätukivalssin kannatushydrauliikka, ylätyövalssin kaavarien hydrauliikka, valssaimen ylä- ja ala-akselin kannatushydrauliikka, valssaimen työvalssien kannatushydrauliikka, työ- ja tukivalssin lukituksen hydrauliikka sekä omana osajärjestelmänään paineenkorotushydrauliikka. Tasapainotushydrauliikkajärjestelmässä käytetään väliaineena emulsionestettä, lukuunnottamatta paineenkorotusjärjestelmän käyttö- ja ohjaushydrauliikkaa, jossa väliaineena on öljy.

6.2 Kannatushydrauliikan toiminta

6.2.1 Käyttökoneikko

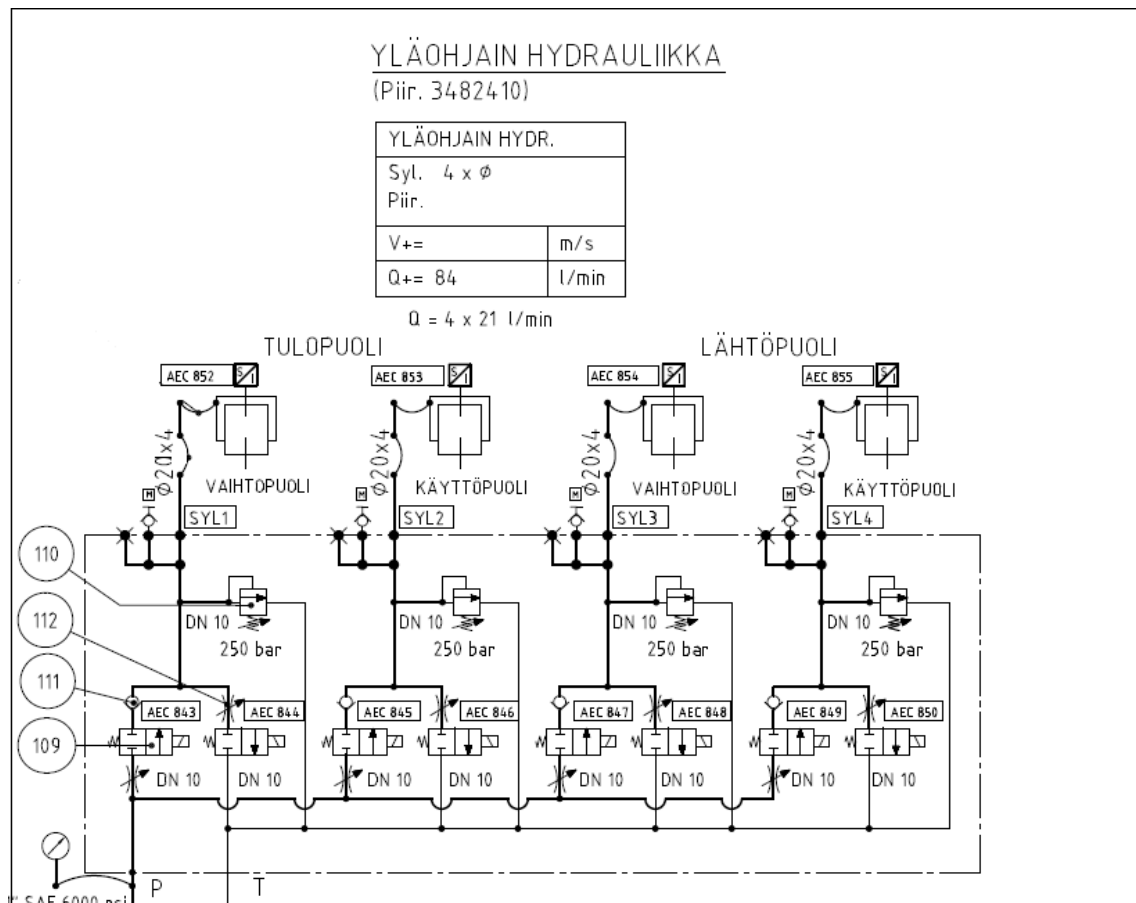
Kannatushydrauliikan käyttökoneikko sisältää kaksi pumppausyksikköä, kaksi paineakkua, ja hydraulinesäiliön n. 1. Hydraulinesäiliön ollessa liian tyhjä pumppujen käyttö on estetty. Pumppuina on APP28R-18.5-koneikko n. 47 ja varayksikkönä oleva Holden&Brooke T25 n. 5 Mark-pumppuyksikkö. APP28R-18.5-koneikossa on imupumppu n. 43, joka syöttää emulsionestettä varsinaiselle painepumpulle ja imee nesteen säiliöstä. Imupumpun pitää pyöriä, jotta painepumppu voi käynnistyä. Painepumppua pyörittää sähkömoottori n. 46. Painepumppu on varustettu akselitiivisteiden vuodon ilmaisevalla paineakytkimellä n. 45, joka lauetessaan pysäyttää koko koneikon. Koneikossa on kaksi hydrauliöljyn suodatinta n. 44, joissa on tukkeutumisen ilmaisevat paineakytkimet. Kummankin paineakytkimen laukeaminen estää koko APP28R-koneikon käytön. Koneikossa on ylipaineen estävä paineenrajoitusventtiili n. 48 ja paineensäätöön paineensäätöventtiili. APP28R-koneikon ollessa toimintakyvytön käynnistyy varayksikkö. Varayksikön pumppua pyörittää sähkömoottori n. 58 ja yksikkö on varustettu varoventtiilillä n. 11. Kumpikin yksikkö pystytään erottamaan toisistaan sulkuventtiileillä n. 61.

Pumput lataavat kahta 400 l mäntäakkua n. 12, jotka toimivat tyhjän paineella. Järjestelmän pääasiallinen käyttövoima saadaan akuista, joita pumput lataavat tarvittaessa. Kerrallaan käytössä on vain yksi akku ja toinen on varalla. Akut on varustettu nestepinnanantureilla, joilla tarkkaillaan akun varaustilaa. Akuilla on sulku- ja turvalohko akun tyhjentämistä ja ylipainetta

[illegible]

6.2.2 Hilsepesurin hydrauliiikka

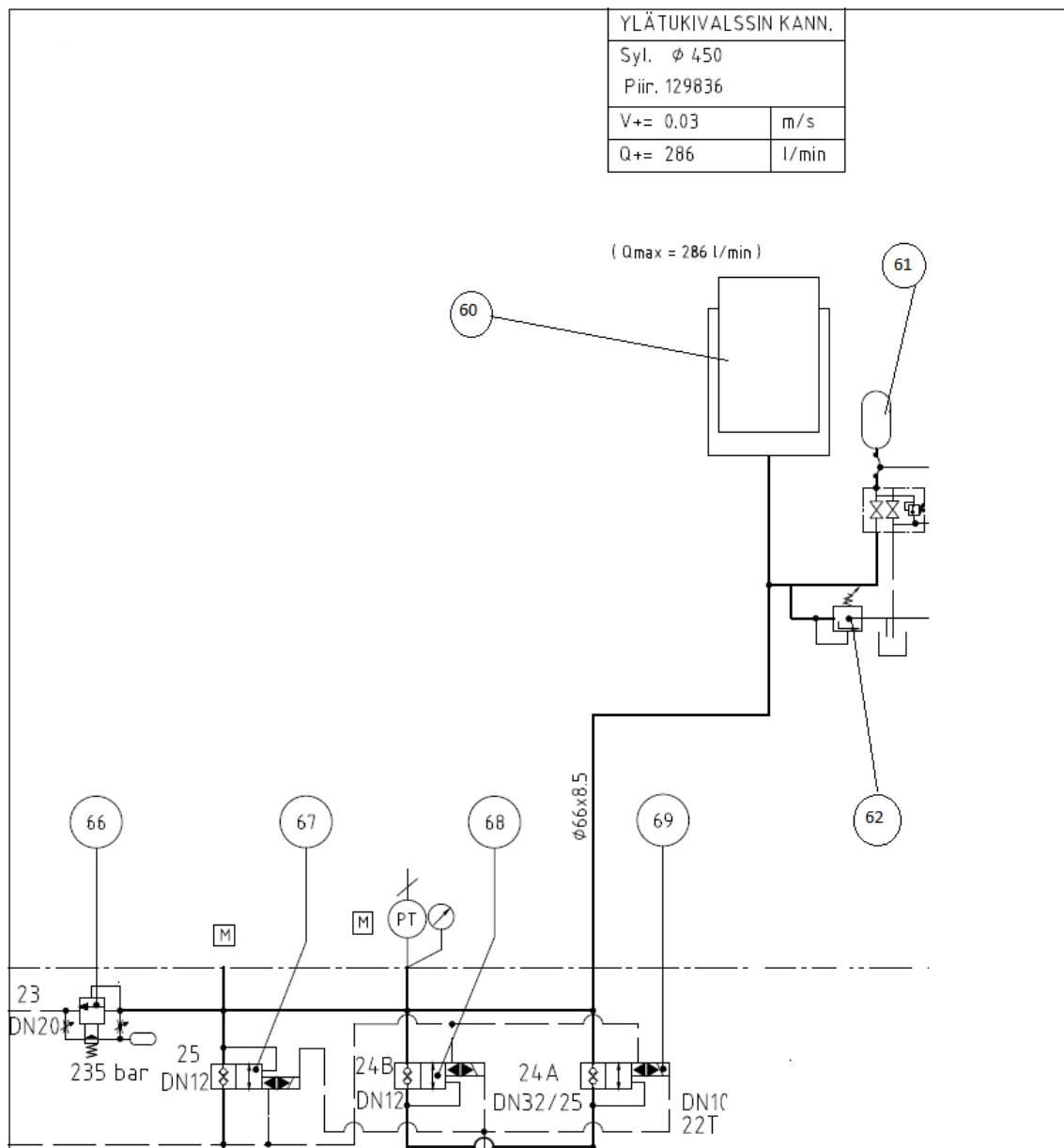
31



KUVA 15. Hilsepesurin(yläohjain) hydrauliiikan virtauskaavio

6.2.3 Ylätukivalssin kannatushydrauliikka

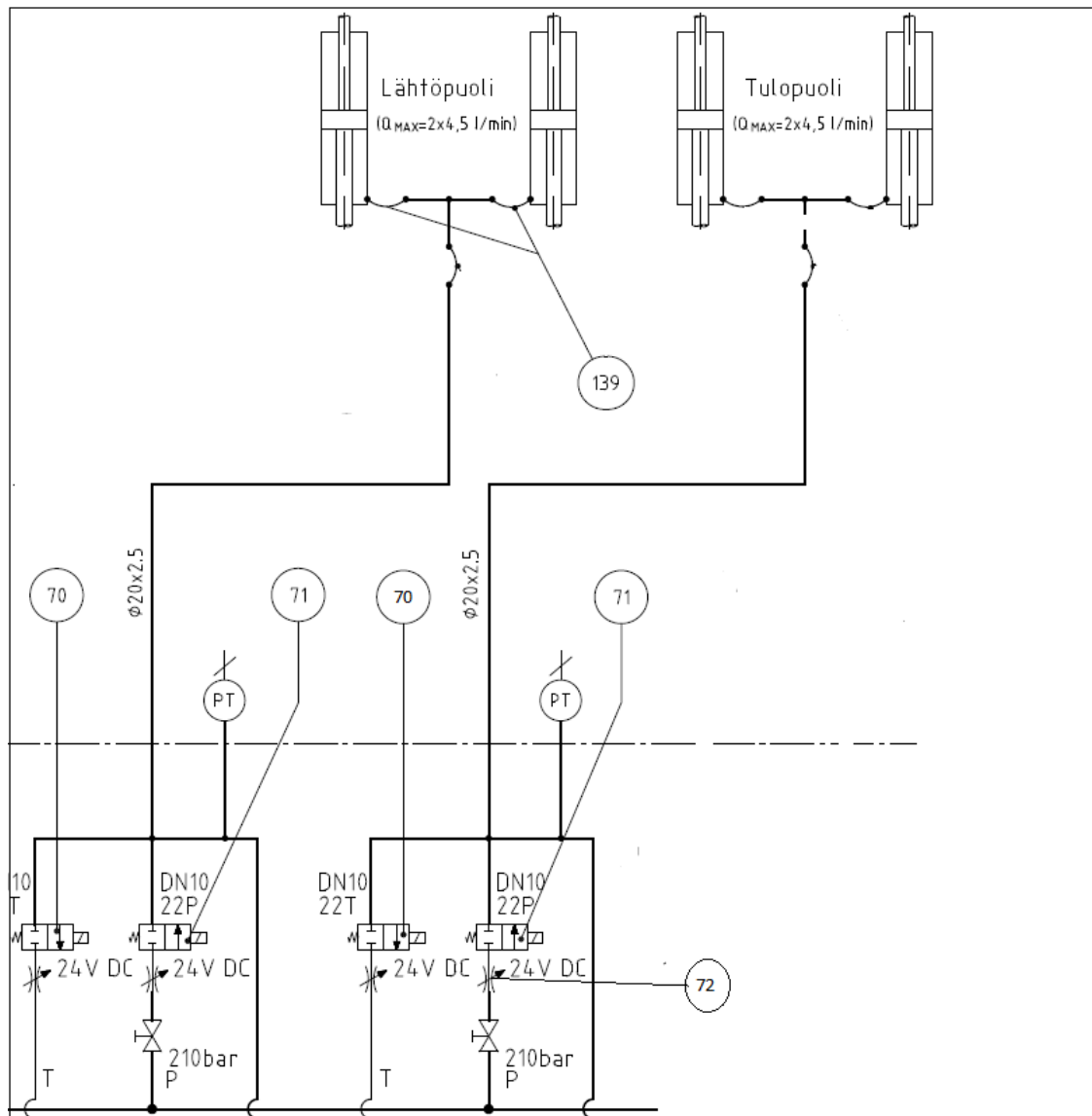
Ylätukivalssin kannatushydrauliikassa on yksi iso sylinteri n. 60 halkaisijaltaan 450 mm. Sylinterillä on paineakku n. 61 ja varoventtiili n. 62. Sylinteriä ohjataan kahdella painelinjassa olevalla esiohjatulla 2/2 solenoidiventtiilillä n. 68 ja n. 69 sekä yhdellä tankkilinjan esiohjatulla 2/2 solenoidiventtiilillä n. 67. Piirissä on paineenrajoitus venttiili n. 66, mikä sulkee tankki- ja painelinjan paineen ylittäessä 235 Bar.



KUVA 16. Ylätukivalssin hydrauliikan virtauskaavio

6.2.4 Kaavareiden hydrauliiikka

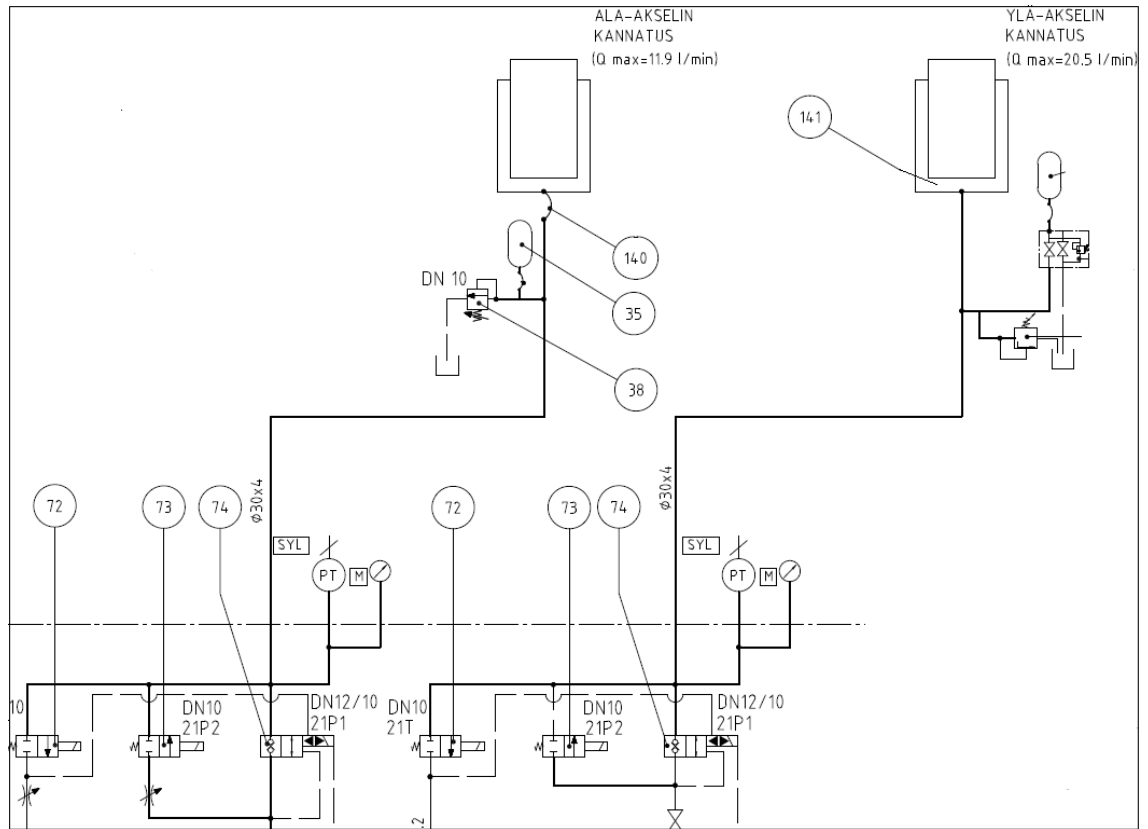
Kaavareiden hydrauliiikassa on kaksi sylinteriä n. 139 lähtöpuolella ja kaksi tulopuolella. Kaavarinsylinterit pitävät ylätyövalssin kaavareita oikeassa asennossa. Lähtö- ja tulopuolen(tulo- ja lähtöpuoli omassa piirissä) kaavarisylintereitä ohjataan kahdella 2/2 solenoidiventtiilillä n. 70 ja n. 71. Tankki- ja painelinjassa on säädettävät kuristusventtiilit n. 72.



KUVA 17. Kaavarien hydraulikan virtauskaavio

6.2.5 Akselien kannatushydrauliikka

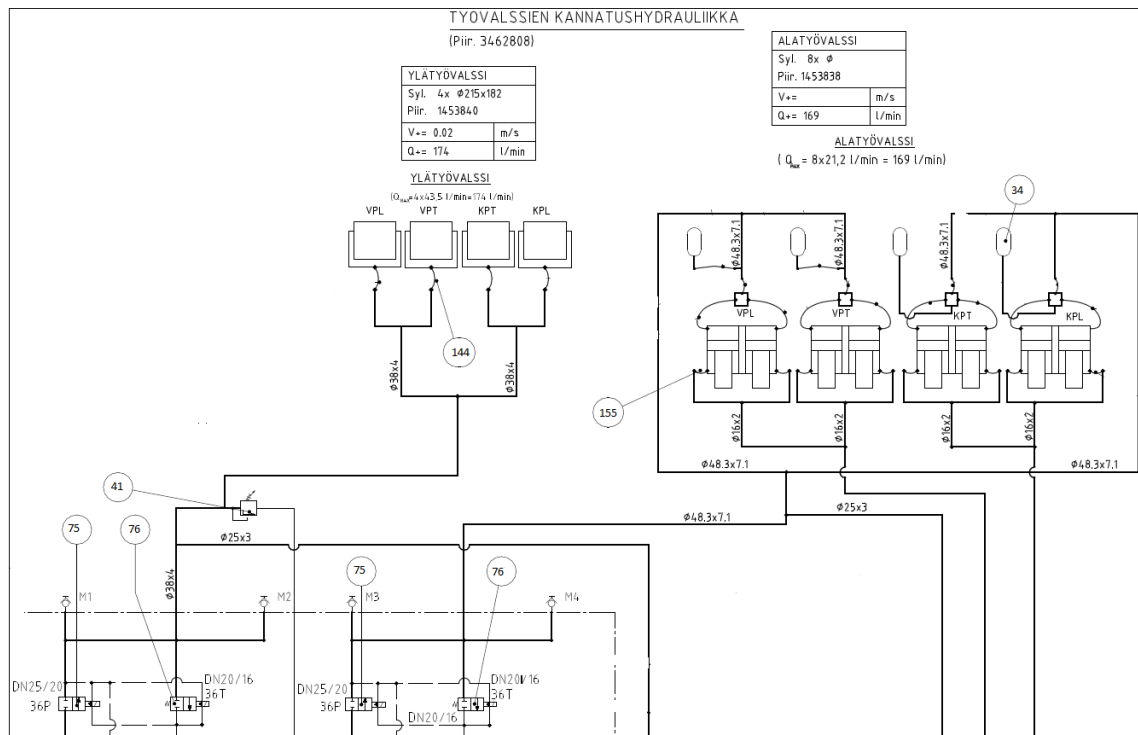
Akselien kannatuksen hydrauliikkaan kuuluu kaksi isoa sylinteriä: ala-akselin kannatuksen sylinteri n. 140 ja yläakselin kannatuksen sylinteri n. 141. Molempien sylinterien hydraulipiirissä on paineakku n. 35 ja varoventtiili n. 38. Ala-akselinkannatussylinteriä ohjataan kahdella painelinjassa olevalla venttiilillä n. 73 ja n. 74 sekä yhdellä tankkilinjassa olevalla venttiilillä n. 72. Toinen painelinjan venttiileistä on esiohjattu. Yläakselinkannatussylinteriä ohjataan kahdella painelinjassa olevalla venttiilillä sekä yhdellä tankkilinjassa olevalla venttiilillä. Toinen painelinjan venttiileistä on esiohjattu.



KUVA 18. Akselien kannatuksen virtauskaavio

6.2.6 Työvalssien kannatushydrauliikka

Ylätyövalssin hydraulipiiri sisältää neljä kahdella solenoidiventtiilillä ohjattavaa yksitoimintasylinteriä n. 144 sekä varoventtiilin n. 41. Alatyövalssin hydraulipiiri sisältää neljä kahden sylinterin n. 155 pakettia, joita ohjataan kahdella paine- ja tankkilinjassa olevalla solenoidiventtiilillä n. 75 ja n. 76. Sylinteripaketit sisältävät paineakut n. 34.

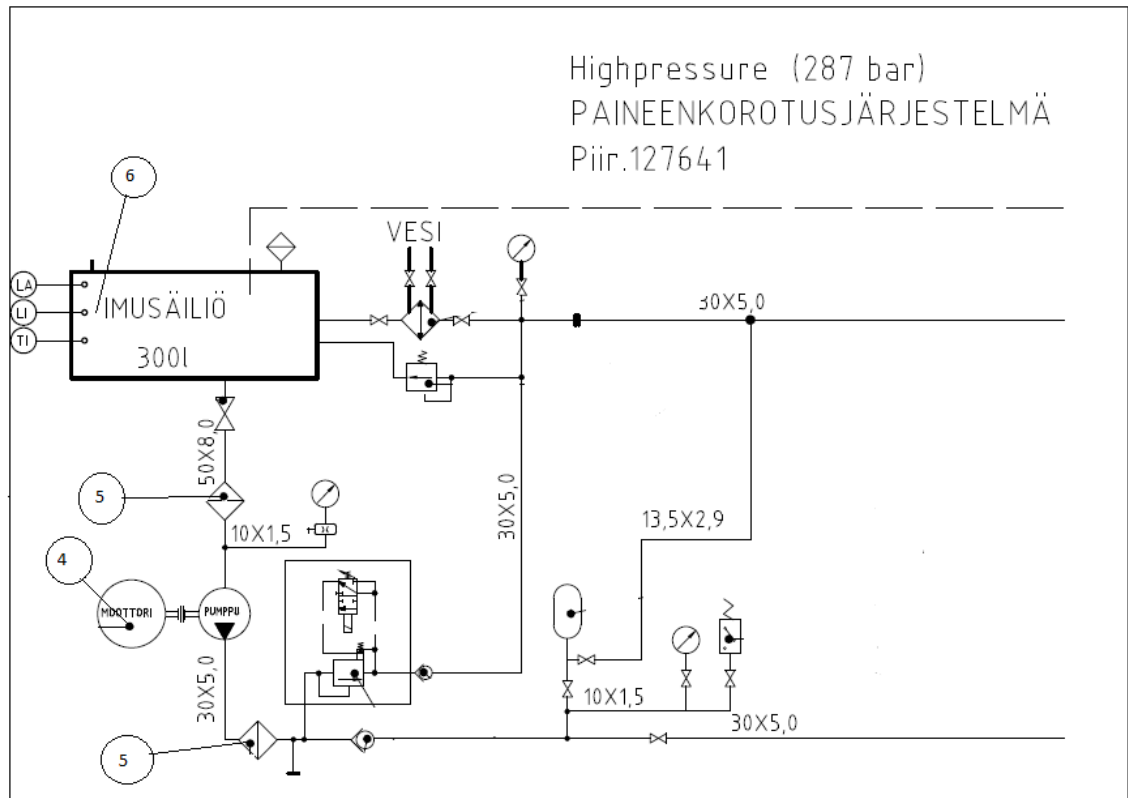


KUVA 19. Työvalssien kannatushydrauliikan virtauskaavio

6.3 Paineenkorotushydrauliikan toiminta

6.3.1 Käyttökoneikko

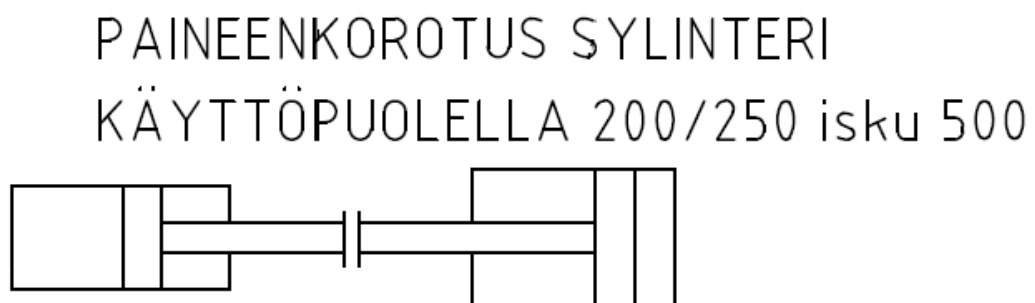
Paineenkorotusjärjestelmän käyttökoneikossa on yksi pumppuyksikkö n. 4 varustettuna imu- ja painepuolen suodatuksella n. 5. Järjestelmän käyttöpain on 287 bar. Pumppu saa käyttövoimansa sähkömoottorilta. Hydraulinesteenä on hydrauliöljy. Hydrauliöljysäiliö (300 litraa) on varustettu pinnanmittausantureilla n. 6, jotka pysäyttävät koneikon pinnan ollessa liian alhaalla.



KUVA 20. Paineenkorotusjärjestelmän käyttökoneikon virtauskaavio

6.3.2 Paineenkorotussylinterit

Paineenkorotussylinterien n. 126 avulla painetta korotetaan ylä- ja alatyövalssin sylintereille. Paineenkorotus tapahtuu paineenkorotussylinterin avulla, jonka sylinterin männät ovat eri halkaisijaa (200mm/250mm).



KUVA 21. Paineenkorotussylinterin malli

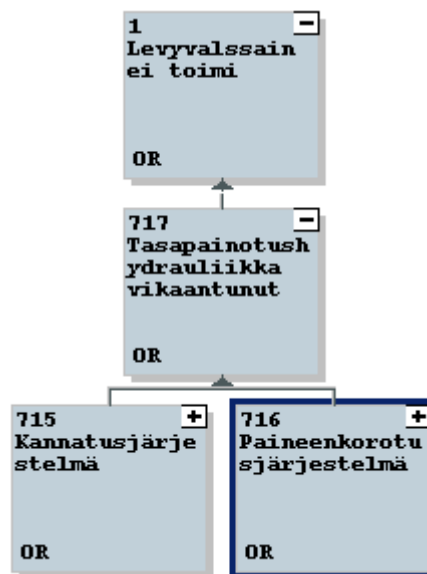
[illegible]

38

7 ELMAS-VIKAPUUANALYYSI

7.1 Tasapainotushydrauliikan vikapuun laadinta

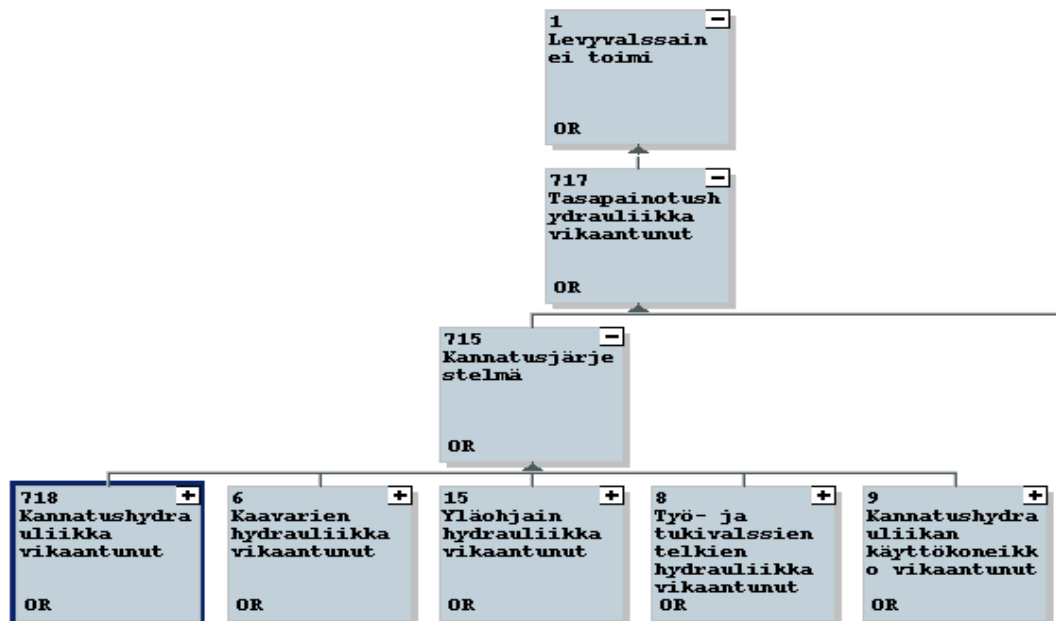
Vikapuun laadinta ELMAS-ohjelmaan aloitettiin selvittämällä tasapainotushydrauliikan toiminta järjestelmän hydraulikaavioiden ja kunnossapitohenkilöstön avulla. Järjestelmän laajuudesta johtuen ositettiin se vikapuussa kahdeksi eri alajärjestelmäksi: kannatusjärjestelmäksi ja paineenkorotusjärjestelmäksi. Sen jälkeen pyrittiin hakemaan/selvittämään mahdollisimman kattavasti kaikki levyvalssaimen pysäyttävät tasapainotushydrauliikasta aiheutuvat tapahtumat. Apuna käytettiin selvityksiä aikaisemin hydraulijärjestelmään ilmaantuneista vioista. Tapahtumien syyt selvitettiin loogisesti aina komponenttien vikaantumiseen asti. Tarkkuudeksi tässä tapauksessa rajattiin esim. sylinterien vikaantumisen osalta tiivistevika. Tiivisteen vikaantumisen syitä ei alettu selvittämään, mutta vikapuuta voidaan tulevaisuudessa jalostaa tarkemmaksi.



KUVA 23. Kuvaa levyvalssaimen vikaantumiseen johtavia syitä

7.1.1 Kannatusjärjestelmän vikaantuminen

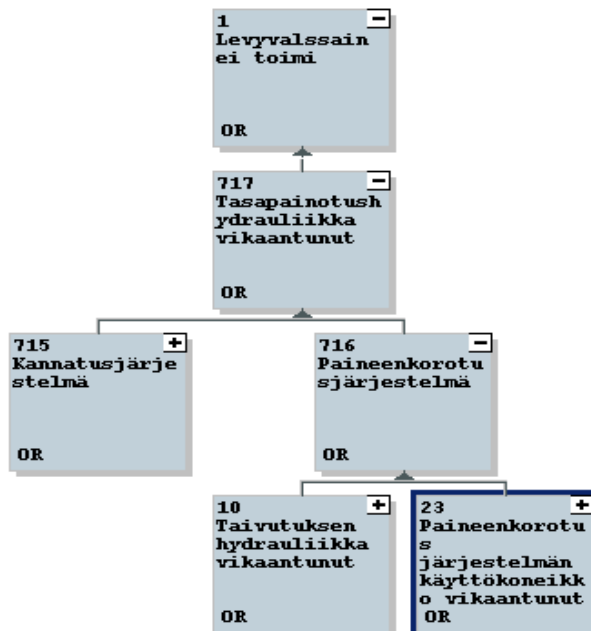
Kannatusjärjestelmän vikaantuminen aiheuttaa levyvalssaimen pysähtymisen/vikaantumisen. Kannatusjärjestelmän vikaantuminen johtuu kannatushydrauliikan vikaantumisesta, kaavarien hydrauliiikan vikaantumisesta, yläohjainhydrauliikan vikaantumisesta, työ- ja tukivalssien telkien hydrauliiikan vikaantumisesta(ainoastaan valssinvaihdon yhteydessä) ja kannatushydrauliikan käyttökoneikon vikaantuessa.



KUVA 24. Kannatusjärjestelmän vikaantuminen

7.1.2 Paineenkorotusjärjestelmän vikaantuminen

Paineenkorotusjärjestelmän vikaantuminen aiheuttaa levyvalssaimen pysähtymisen/vikaantumisen. Paineenkorotusjärjestelmän vikaantuminen aiheutuu taivutuksen hydrauliikan vikaantumisesta tai paineenkorotusjärjestelmän käyttökoneikon vikaantumisesta.



KUVA 25. Paineenkorotusjärjestelmän vikaantuminen

7.2 MTTF- ja MTTR-arvojen määrittäminen

Tasapainotushydrauliikan eri komponenttien ja osien MTTF- ja MTTR-arvojen määrittämiseen käytettiin apuna Arttu-kunnossapitojärjestelmän tietoja, johon tehdyt korjaustyöt ja järjestelmän viat oli rekisteröity. Tehtyjen korjaustyöaikojen ja komponenttien vikaantumisen välin avulla voitiin määrittää MTTF- ja MTTR-arvot. Arttu-kunnossapitojärjestelmässä oli kuitenkin vasta kohtalaisen vähän kertynyttä tietoa tasapainotushydrauliikasta, joten pelkästään kunnossapitojärjestelmästä saatuja tietoja ei pystytty hyödyntämään tarpeeksi kattavasti Elmas-vikapuuanalyysin muodostamiseen. Suurin osa analyysissä käytetyistä MTTF- ja MTTR-arvoista on kunnossapito henkilöstön kokemuksen ja tiedon perusteella tekemiä arvioita ja murto-osa niistä on hankittu olemassaolevista tietopankeista. Hydrauliikkakomponenttien MTTF-arvoja on kovin vähän saatavilla ja erinäisistä syistä valmistajatkään eivät niitä antaneet käyttöön.

7.3 Analyysi

7.3.1 Koko tasapainotusjärjestelmän analyysi

Simuloitaessa koko tasapainotusjärjestelmää saatiin koko tasapainotusjärjestelmän vioista aiheutuvaksi epäkäytettävyydeksi 0.02039, eli järjestelmä toimii normaalisti n. 98 % ajasta ja on vian takia pysähtyneenä 2 % ajasta. Epäluotettavuuden tarkasteluväliksi otettiin 14 päivää ja koko tasapainotusjärjestelmän epäluotettavuus on 0.845. Se tarkoittaa, että järjestelmä pysähtyy 85 % varmuudella 14 päivän aikana. Pysähtyminen tapahtuu n. 82 % todennäköisyydellä kannatusjärjestelmän vian takia ja 14 % todennäköisyydellä paineenkorotusjärjestelmän viasta 14 päivän käyttöjakson aikana. /Liite 1/

Tasapainotushydrauliikan keskimääräinen vikaantumisaika on 7 päivää 11 tuntia, eli järjestelmä pysähtyy keskimäärin 7 päivän välein. Tasapainotusjärjestelmän keskimääräinen korjausaika on 3 tuntia 42 minuuttia, eli järjestelmän korjaus kestää keskimäärin 3 tuntia 38 minuuttia. Tasapainotusjärjestelmä on vikojen takia pysähdyksissä 1 vuoden käyttöaikana 7 päivää 13 tuntia. Vuoden aikana järjestelmä pysähtyy vikojen takia n. 49 kertaa. /Liite 1/

Kannatusjärjestelmä on n. 92,4 % todennäköisyydellä epäkunnossa ja paineenkorotusjärjestelmä n. 7,8 % todennäköisyydellä epäkunnossa silloin, kun koko levyvalssain pysähtynyt tasapainotushydrauliikasta johtuen. Todennäköisyys että kannatus- ja paineenkorotusjärjestelmä

ovat yhtä aikaa epäkunnossa, on 0,14 %. Kannatusjärjestelmällä on verraten suuri todennäköisyys aiheuttaa tasapainotusjärjestelmään vikoja, joten sen käyttövarmuuden parantaminen vaikuttaa koko järjestelmän käyttövarmuuteen ratkaisevasti. /Liite 1/

7.3.2 Kannatusjärjestelmän analyysi

Kannatusjärjestelmän oma vioista johtuva epäkäytettävyys on 0,0189, eli n.1.9 %. Järjestelmän keskimääräinen vikaantumisaika on 8 päivää 2 tuntia ja keskimääräinen korjausaika 3 tuntia 38 minuuttia. Kannatusjärjestelmän pysähtymisen todennäköisimmät vikaantumisen aiheuttajat ovat työvalssien kannatuksen vikaantuminen 41 % todennäköisyydellä, kaavarien vikaantuminen 22,6 % todennäköisyydellä ja akselien kannatuksen vikaantuminen 16,3 % todennäköisyydellä. /Liite 2/

Eliminoimalla näistä tekijöistä aiheutuvan epäkäytettävyyden saataisiin vuoden aikana vähennettyä seisona-aikaa nyt olevasta 6 päivästä 21 tunnista 1 päivään ja 12 tuntiin. /Liite 2/

Työvalssien kannatuksen viat aiheutuvat pääasiassa ala- ja ylätyövalssien kannatus sylinterien tiiviste- ja letkuvioista. Kaavarien hydraulikan viat suurimmalta osin aiheutuvat tulo- ja lähtöpuolen kaavarisynterien vaurioitumista. Akselin kannatuksen suurimman osan vioista aiheuttaa kannatussynterin tiivisteiden vaurioituminen ja synterin männän naarmuuntuminen/kuluminen. /Liite 2/

7.3.3 Paineenkorotusjärjestelmän analyysi

Paineenkorotusjärjestelmän epäkäytettävyys arvo on ainoastaan 0,0016, eli epäkäytettävyys on 0,2 %. Järjestelmän vikaantumisaika on 94 päivää 6 tuntia ja keskimääräinen korjausaika 4 tuntia 26 minuuttia. Paineenkorotusjärjestelmän pysähtyminen aiheutuu 95,8 % todennäköisyydellä taivutushydraulikan hydraulipiirin viasta ja 4,2 % todennäköisyydellä käyttökoneikon viasta. /Liite 3/

Käyttökoneikon tärkeyskerroin on lähes 1, sillä siitä puuttuu varapumppu. Käyttökoneikko ei ole kuitenkaan niin kriittinen toteutumisen suhteen ja vain 0,1 % järjestelmän pysähtymiskerroista poistuisi, jos käyttökoneikko olisi aina ehjä. /Liite 3/

Taivutushydrauliikan epäluotettavin komponentti on varoventtiili, jolla on 51.6 % todennäköisyys aiheuttaa järjestelmän pysähtyminen vuoden aikana. Paineenkorotussylinterin emulsiopuolen tiiviste hajoaa 11,7 % todennäköisyydellä ja öljypuolen tiiviste 8,2 % todennäköisyydellä vuoden kuluessa. Paineenkorotusjärjestelmän seisona-aika vuoden aikana on 13 tuntia 4 minuuttia ja poistamalla ed. mainitut tekijät seisona-aika tippuisi n.8,2 tuntiin. /Liite 3/

7.4 Järjestelmän kriittisyysluokittelu

Vikapuumallin ja vikapuuanalyysin avulla voitiin tasapainotusjärjestelmän osakokonaisuudet kriittisyysluokitella eri arvoisiksi. Kokonaisuudet luokiteltiin kolmeen eri kriittisyysluokkaan: 1. kriittiset(pysäyttää koko järjestelmän), 2. melko kriittiset(haittaa laitteen toimintaa, muttei pysäytä sitä) ja 3. ei-kriittiset(ei haittaa laitteen toimintaa)(katso taulukko 1).

TAULUKKO 1. Tasapainotushydrauliikan kriittisyysluokittelu

Tasapainotushydrauliikan kriittisyysluokittelu

| Laite/järjestelmä | Kriittinen | Melko kriittinen | Ei-kriittinen |
|------------------------------------------|------------|------------------|---------------|
| Tasapainotushydrauliikka | x | | |
| | | | |
| Käyttökoneikko | x | | |
| Hilsepesuri/yläohjain hydrauliikka | | x | |
| Ylätukivalssin kannatushydrauliikka | x | | |
| Kaavarien hydrauliikka | | x | |
| Akselien kannatushydrauliikka | x | | |
| Työvalssien hydrauliikka | x | | |
| Työ- ja tukivalssien lukitushydrauliikka | | | x |
| Paineenkorotushydrauliikka | x | | |
| | | | |
| Käyttökoneikko | x | | |
| Paineenkorotussylinterienhydrauliikka | x | | |

8 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Elmas-ohjelman avulla voidaan tutkia eri vaihtoehtoja, miten jokin muutos vaikuttaa järjestelmän käyttövarmuuteen. Graafisen vikapuumallin avulla pystytään kehittämään henkilöstön ymmärrystä järjestelmän toiminnasta. Vikapuumallia voidaan kehittää jatkossa vielä tarkemmaksi ja tuoda siihen yksityiskohtaisempaa tietoa sen kertyessä.

Kannatusjärjestelmän kehityksen kohteeksi muodostui sylinterien vikaantumisen estäminen tehostamalla ennakkohuoltoa, sekä mahdollisuus käyttää/kokeilla eri tiivistemateriaaleja ja sylinterien pinnoitusta. Paineakkujen käyttöä pitäisi vuorotella korroosion estämiseksi.

Paineenkorotusjärjestelmä vaatisi koko järjestelmän suunnittelemisen ja rakentamisen uudelleen standardien mukaisesti. Tällä hetkellä se on kuin kasattu palapeli ja lähes kaikki siinä olevat komponentit ovat erityyppisiä ja erivalmistajan tekemiä. Lohkottamalla järjestelmä pystyttäisiin vähentämään huomattavasti vuotoherkkien letkujen määrää.

9 YHTEENVETO

Elmas-vikapuuanalyysin avulla pystyttiin tunnistamaan kriittiset laitteet ja saatiin hyödyllistä tietoa siitä, mihin järjestelmän kunnossapidossa täytyy erityisesti kiinnittää huomiota.

Analyysistä selviää, että suurin osa tasapainotusjärjestelmän vioista aiheutuu kannatusjärjestelmästä. Kannatusjärjestelmän vikaantumisherkimmiksi laitteiksi tunnistettiin ylä- ja alatyövalssien kannatussylinterit, kaavarien sylinterit ja ala- ja yläakselin kannatuksen sylinterit. Sylinteriviat ovat lähinnä tiivisteiden vioittumisista johtuvia vuotoja yms. Sylinterien tiivisteiden käyttöikää voitaisiin pidentää sylinterien sisäpinnan pinnoittamisella korroosionkestävällä materiaalilla, koska korroosion karhentama sylinterin pinta kuluttaa tiivisteitä. Kannatusjärjestelmän silmämääräinen vuotojen tarkastus pitäisi tehdä vähintään viikon välein.

Paineenkorotusjärjestelmän vikaantumisherkimmiksi laitteiksi/osiksi tunnistettiin varoventtiili ja paineenkorotussylinterit. Paineenkorotusjärjestelmän viat ja toimintahäiriöt ovat useasti tämän ongelmallisen varoventtiilin aiheuttamia. Paineenkorotusjärjestelmän varoventtiiliksi voitaisiin kokeilla eri vaihtoehtoa, jos se kestäisi paremmin. Paineenkorotussylinterit olisi hyödyllistä vaihtaa standardin mukaisiin, että varaosien saanti olisi helpompaa. Käyttökoneikkoon tulisi harkita toisen pumpun lisäämistä tai varaosapumpun hankintaa varastoon, sillä pumpun vaurioituminen pysäyttää valssaimen jopa päiviksi. Lohkottamalla järjestelmä päästäisiin eroon vuotavista letkuista tai ainakin pystyttäisiin vähentämään niitä.

Työn tuloksena on toimiva ELMAS-ohjelman vikapuumalli, jolla voidaan tutkia järjestelmän vikaantumista ja eri komponenttien vaikutusta siihen. Ohjelmasta saatuihin analyyseihin kuitenkin syytä suhtautua varauksella, sillä siihen on mahdotonta tuoda kaikkea tietoa ja sillä ei pystytä huomioimaan kaikkia tilanteita esim. komponenttien osavikaantumista.

LÄHDELUETTELO

Lähde 1: www.ruukki.fi

Lähde 2: Kunnossapitoyhdistys: Kunnossapito, toim. Jorma Järviö. 4 uudistettu painos, elokuu 2007.

Lähde 3: Ramentor: Käyttövarmuus, <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>

Lähde 4: Fluid klinikka: Hydrauliiikan perusteet, Visido 1986

Lähde 5: Mannesmann Rexroth: Hydraulitekniiikan perusteet ja komponentit, Rudi A. Lang 1991

Lähde 6: Ramentor: ELMAS käyttöohje, Ramentor Oy 2007

Lähde 7: Kunnossapito 2-2006: Vikapuuanalyysillä vian alkulähteille

LIITTEET

Liite 1 Tasapainotushydrauliikan luotettavuusarvoja

Liite 2 Kannatusjärjestelmän luotettavuusarvoja

Liite 3 Paineenkorotusjärjestelmän luotettavuusarvoja

Liite 4 Tasapainotusjärjestelmän komponenttien vaihtoajat

Liite 5 Tasapainotusjärjestelmän komponenttien käyttöikä

Liite 6 Tasapainotushydrauliikan vikapuu

TASAPAINOTUSJÄRJESTELMÄN LUOTETTAVUUSARVOJA

| Osien epäkäytettävyydet | | | |
|-------------------------|-------|---------------------------|-------------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Epäkäytettävyys ▾ |
| (320.) | -717- | Tasapainotushydrauliikka | 0.02038976324532 |
| (319.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 0.0187811862747 |
| (315.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 0.00163989320836 |

| Osien epäluotettavuudet | | | |
|-------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Aikavälillä: | | <input type="text" value="14.0"/> | <input type="text" value="d"/> ▾ |
| SysNr. | ID | Nimi | Epäluotettavuus ▾ |
| (320.) | -717- | Tasapainotushydrauliikka | 0.84486170843028 |
| (319.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 0.82055805716993 |
| (315.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 0.14036711863954 |

| Keskimääräiset kestot | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------|----------|------------|
| SysNr. | ID | Nimi | MTTF ▽ | MTTR |
| (320.) | -717- | Tasapainotushydrauliikka | 7 d 11 h | 3 h 42 min |
| (319.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 8 d 2 h | 3 h 38 min |
| (315.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 94 d 6 h | 4 h 25 min |

| Toteutuminen simulointijakson aikana | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Simulointijakso: | | <input type="text" value="1 a"/> | | |
| SysNr. | ID | Nimi | Vikaantuneenaoloai... | Vikalukumäärä ▾ |
| (320.) | -717- | Tasapainotushydrauliikka | 7 d 13 h | 48.733 |
| (319.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 6 d 20 h | 45.047 |
| (315.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 17 h 9 min | 3.871 |

| Solmujen ehdolliset todennäköisyydet | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------------|-------------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Ehdollinen tod. ▾ |
| (319.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 0.92381634807302 |
| (315.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 0.0775507446131 |

| Kombinaatioiden ehdolliset todennäköisyydet | | |
|---------------------------------------------|-------|------------------|
| -715- | -716- | Ehd.tod. |
| OK | Vika | 0.07618365192697 |
| Vika | OK | 0.92244925538689 |
| Vika | Vika | 0.00136709268613 |

KANNATUSJÄRJESTELMÄN LUOTETTAVUUSARVOJA

| Solmujen ehdolliset todennäköisyydet | | | |
|--------------------------------------|------|--------------------------------------------------|--------------------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Ehdollinen tod. ∇ |
| (266.) | -7- | Työvalssien kannatus vikaantunut | 0.41018496835887 |
| (250.) | -6- | Kaavarien hydraulikka vikaantunut | 0.22629707128197 |
| (260.) | -28- | Akselien kannatus vikaantunut | 0.16308006650691 |
| (264.) | -8- | Työ- ja tukivalssien telkien hydraulikka vika... | 0.1273327666292 |
| (262.) | -15- | Yläohjain hydraulikka vikaantunut | 0.05338644283087 |
| (265.) | -9- | Kannatushydrauliikan käyttökoneikko vikaan... | 0.01062647403022 |
| (254.) | -14- | Ylätukivalssin kannatus vikaantunut | 0.00935445395485 |

| Seurauksen lähtöarvot | | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|-----------------|---------------|----------------|------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Epäkäytettävyys | Seisonta-aika | Toteutumisväli | Toteutumis |
| (268.) | -715- | Kannatusjärjestelmä | 0.01887035 | 6 d 21 h | 8 d 3 h | 44.916 |
| Simulointijakso: | | | 1 a | | | |

| Riskin vähennysmahdollisuus | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Epäkäytettävyys | Seisonta-ai... ∇ | Toteutumisväli | Toteutumis |
| (266.) | -7- | Työvalssien kannatus vikaant... | 0.007658201 | 2 d 19 h | - 1 h 30 min | -0.35 |
| (250.) | -6- | Kaavarien hydraulikka vikaant... | 0.0042138 | 1 d 12 h | - 49 min 58 s | -0.193 |
| (260.) | -28- | Akselien kannatus vikaantunut | 0.003035219 | 1 d 2 h | - 36 min 1 s | -0.139 |
| (264.) | -8- | Työ- ja tukivalssien telkien hyd... | 0.002370015 | 20 h 45 min | - 28 min 7 s | -0.108 |
| (262.) | -15- | Yläohjain hydraulikka vikaant... | 9.96833E-4 | 8 h 43 min | - 11 min 47 s | -0.045 |
| (265.) | -9- | Kannatushydrauliikan käyttöko... | 2.04529E-4 | 1 h 47 min | - 2 min 21 s | -0.0090 |
| (254.) | -14- | Ylätukivalssin kannatus vika... | 1.80979E-4 | 1 h 35 min | - 2 min 4 s | -0.0080 |

| Solmujen ehdolliset todennäköisyydet | | | |
|--------------------------------------|-------|---------------------------------------------------|--------------------------|
| SysNr. | ID | Nimi | Ehdollinen tod. ∇ |
| (11.) | -130- | Ala-akselin kannatussylinteri vikaantunut | 0.48532779206908 |
| (109.) | -146- | Yläakselin kannatussylinterin tiiviste viallin... | 0.47901697822486 |
| (110.) | -147- | Yläakselin kannatussylinteri mekaanisesti... | 0.45258187608261 |
| (145.) | -124- | Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.3342652778907 |
| (108.) | -539- | Ala-akselin kannatuksen paineakkun letku ... | 0.14090954997538 |
| (112.) | -148- | Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.06086456944403 |
| (106.) | -122- | Tankkilinjan esiohjattu 2/2 venttiili vikaantu... | 0.03949738006483 |
| (148.) | -144- | Paineakun turvaventtiili vikaantunut | 0.0075365762485 |

Solmujen ehdolliset todennäköisyydet

| SysNr. | ID | Nimi | Ehdollinen tod. γ |
|--------|-------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| (100.) | -201- | Alatyövalssin kpl sylinterin tiiviste viallinen | 0.27182374584824 |
| (83.) | -184- | Ylätyövalssin kpl sylinterin tiiviste viallinen | 0.17356804113007 |
| (80.) | -180- | Ylätyövalssin kpt sylinterin tiiviste viallinen | 0.1681798970254 |
| (91.) | -193- | Alatyövalssin vlp sylinterin tiiviste viallinen | 0.16161617047699 |
| (76.) | -174- | Ylätyövalssin vpt sylinterin letku viallinen | 0.12289669770943 |
| (74.) | -172- | Ylätyövalssin vlp sylinterin tiiviste viallinen | 0.12262883275825 |
| (97.) | -207- | Alatyövalssin kpt sylinterin tiiviste viallinen | 0.12002983223024 |
| (94.) | -204- | Alatyövalssin vpt sylinterin tiiviste viallinen | 0.1174860049652 |
| (77.) | -176- | Ylätyövalssin vpt sylinterin tiiviste viallinen | 0.11559805481941 |
| (87.) | -170- | Ylätyövalssin puristussylintereiden paine... | 0.09865677885872 |
| (90.) | -186- | Alatyövalssin vlp sylinterin letku viallinen | 0.08094053538959 |
| (96.) | -202- | Alatyövalssin kpt sylinterin letku viallinen | 0.07054106523692 |
| (144.) | -714- | Paineenalennuslohko vikaantunut | 0.0664363084291 |
| (93.) | -191- | Alatyövalssin vpt sylinterin letku viallinen | 0.05971777520903 |
| (79.) | -178- | Ylätyövalssin kpt sylinterin letku viallinen | 0.05934242222657 |
| (82.) | -182- | Ylätyövalssin kpl sylinterin letku viallinen | 0.04770618436161 |
| (73.) | -171- | Ylätyövalssin vlp sylinterin letku viallinen | 0.0365405640535 |
| (99.) | -205- | Alatyövalssin kpl sylinterin letku viallinen | 0.03504396769937 |
| (86.) | -169- | Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.03030538673308 |
| (88.) | -235- | 2/2 Sulkuventtiili vikaantunut | 0.02457714032395 |
| (102.) | -189- | Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.01419754983561 |
| (104.) | -640- | 2/2 Sulkuventtiili vikaantunut | 0.0013772787251 |
| (143.) | -713- | Varsipaineen venttiili vikaantunut | 7.897659546E-4 |

Solmujen ehdolliset todennäköisyydet

| SysNr. | ID | Nimi | Ehdollinen tod. γ |
|--------|-------|-----------------------------------------------|--------------------------|
| (4.) | -42- | Kaavarin VP sylinteri vikaantunut | 0.21689687036476 |
| (5.) | -43- | Kaavarin KP sylinteri vikaantunut | 0.21647269998644 |
| (6.) | -511- | Kaavarin VP sylinteri vikaantunut | 0.21510611810414 |
| (7.) | -516- | Kaavarin KP sylinteri vikaantunut | 0.19252556229217 |
| (28.) | -49- | Tankkilinjan virtavastusventtiili vikaantunut | 0.0232807115922 |
| (27.) | -48- | Painelinjan virtavastusventtiili vikaantunut | 0.02217260419798 |
| (22.) | -51- | Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.02096643041158 |
| (26.) | -47- | Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.02079965344333 |
| (21.) | -50- | Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.02054786984217 |
| (24.) | -53- | Tankkilinjan virtavastusventtiili vikaantunut | 0.01809444441773 |
| (25.) | -46- | Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut | 0.01808376656639 |
| (23.) | -52- | Painelinjan virtavastusventtiili vikaantunut | 0.01771798936612 |

PAINEENKOROTUSJÄRJESTELMÄN LUOTETTAVUUSARVOJA

Ehdon toteutumisen aiheuttavat solmut

| SysNr. | ID | Nimi | Aiheuttaa | On toteutuneena | Mukana aih... |
|--------|------|-----------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| (50.) | -10- | Taivutuksen hydraulikka ... | 0.958612143... | 0.0 | 0.958612143... |
| (47.) | -23- | Paineenkorotus järjestel... | 0.041387856... | 0.0 | 0.041387856... |

Yleinen tärkeys

| SysNr. | ID | Nimi | Tärkeyskerroin |
|--------|------|--------------------------------------------------------|----------------|
| (47.) | -23- | Paineenkorotus järjestelmän käyttökoneikko vikaantunut | 0.999295197 |

Kriittisyystärkeys

| SysNr. | ID | Nimi | Ajan suhteen | Toteutumisten suhteen |
|--------|------|--------------------------------------|--------------|-----------------------|
| (47.) | -23- | Paineenkorotus järjestelmän käytt... | 0.606409 | -0.001094 |

Seurauksen lähtöarvot

| SysNr. | ID | Nimi | Epäkäytettävyys | Seisonta-aika | Toteutumisväli | Toteutumisia |
|--------|-------|---------------------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|
| (51.) | -716- | Paineenkorotusjärjestelmä | 0.001491819 | 13 h 4 min | 92 d 1 h | 3.964 |

Simulointijakso: 1 a

Riskin vähennysmahdollisuus

| SysNr. | ID | Nimi | Seisonta-aika | Toteutumisväli |
|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| (28.) | -624- | Varoventtiili vikaantunut | 1 h 1 min | 30 d 18 h |
| (20.) | -400- | Varoventtiili vikaantunut | 59 min 37 s | 32 d 7 h |
| (24.) | -635- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin emulsiopuolen tiiviste viallinen | 56 min 14 s | 6 d 41 min |
| (16.) | -385- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin emulsiopuolen tiiviste viallinen | 51 min 27 s | 5 d 16 h |
| (14.) | -208- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin öljypuolen tiiviste viallinen | 30 min 27 s | 3 d 5 h |
| (22.) | -636- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin öljypuolen tiiviste viallinen | 31 min 57 s | 3 d 11 h |

Ehdon toteutumisen aiheuttavat solmut

| SysNr. | ID | Nimi | Aiheuttaa |
|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
| (20.) | -400- | Varoventtiili vikaantunut | 0.26035651518956 |
| (28.) | -624- | Varoventtiili vikaantunut | 0.25533517449159 |
| (24.) | -635- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin emulsiopuolen tiiviste viallin... | 0.06276675872458 |
| (16.) | -385- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin emulsiopuolen tiiviste viallin... | 0.05523474767763 |
| (14.) | -208- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin öljypuolen tiiviste viallinen | 0.04268139593271 |
| (22.) | -636- | Ylätyövalssin paineenkorotus sylinterin öljypuolen tiiviste viallinen | 0.03590258599046 |

Tasapainotusjärjestelmän komponenttien vaihtoajat

| Yläohjain hydraulikka | Tunnit | Miehet |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Yläohjainpaketin vaihto | 8 | 4 |
| Yläohjain hydraulikan venttiilinvaihto | 3 | 1 |
| Yläohjainhydraulikan suodattimen vaihto | 1 | 1 |
| | | |
| | | |
| Ylätukivalssin kannatushydraulikka | | |
| Ylätukivalssin kannatussylinterin tiivisteiden vaihto | 8 | 2 |
| Ylätukivalssin kannatussylinterin männän vaihto | 50 | 2 |
| Ylätukivalssin kannatussylinterin akun vaihto | 2 | 1 |
| Ylätukivalssin kannatussylinterin venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| | | |
| Kaavarien hydraulikka | | |
| Kaavarisylinterin vaihto | 6 | 2 |
| Kaavarisylinterin letkun vaihto | 2 | 2 |
| Kaavarisylinterien venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| | | |
| Ala-akselin kannatushydraulikka | | |
| Ala-akselin kannatussylinterin vaihto | 8 | 2 |
| Ala-akselin kannatussylinterin venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Ala-akselin kannatussylinterin akun vaihto | 2 | 1 |
| | | |
| Ylä-akselin kannatushydraulikka | | |
| Ylä-akselin kannatussylinterin tiivisteiden vaihto | 5 | 2 |
| Ylä-akselin kannatussylinterin männän vaihto | 12 | 2 |
| Ylä-akselin kannatussylinterin venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Ylä-akselin kannatussylinterin akun vaihto | 2 | 1 |
| | | |
| Alatyövalssin kannatushydraulikka | | |
| Alatyövalssin sylinterin vaihto | 8 | 6 |
| Alatyövalssin sylinterin letkun vaihto | 2 | 2 |
| Alatyövalssin venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Alatyövalssin sylinterin akun vaihto | 2 | 1 |
| | | |
| Ylätyövalssin kannatushydraulikka | | |
| Ylätyövalssin sylinterin vaihto | 8 | 6 |
| ylätyövalssin sylinterin letkun vaihto | 2 | 2 |
| Ylätyövalssin sylinterin venttiilin vaihto | 3 | 1 |

| | | |
|---------------------------------------------------|---|---|
| Esiohjauspaineen komponentit | | |
| Esiohjauspaineen venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Esiohjauspaineen akun vaihto | 2 | 2 |
| Esiohjauspaineen suodattimen vaihto | 1 | 1 |
| Työ- ja tukivalssin lukitushydrauliikka | | |
| Lukitus sylinterin vaihto | 4 | 2 |
| Lukitus sylinterin letkun vaihto | 4 | 2 |
| Lukitus sylinterin venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Paineenkorotusjärjestelmä | | |
| Paineenkorotus sylinterin tiivisteiden vaihto | 8 | 2 |
| Paineenkorotus sylinterin letkun vaihto | 2 | 2 |
| Paineenkorotusjärjestelmän venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Paineenkorotusjärjestelmän pumpun vaihto(ei var.) | 8 | 2 |
| Painelähettimen vaihto | 1 | 1 |
| Suodattimen vaihto | 1 | 1 |
| Taivutuksen käyttökoneikko | | |
| Pumpun vaihto | 8 | 2 |
| Venttiilin vaihto | 3 | 1 |
| Painelähettimen vaihto | 1 | 1 |
| Suodattimen vaihto | 1 | 1 |

Tasapainotushydrauliikan komponenttien käyttöikä

| Komponentti | Käyttöikä |
|--------------------------------------|-----------|
| Emulsiopuolen komponentit | |
| Suuntaventtiili sähköinen esiohjaus | 6v |
| Suuntaventtiili suora sähköohjaus | 4v |
| Paineenrajoitusventtiili | 10v |
| Varoventtiili | 10v |
| Virtavastusventtiili | 4v |
| Vastaventtiili | 4v |
| Rakkopaineakku | 7v |
| Mäntäakku | 4v |
| Temposonik anturi | 7v |
| Hydraulipumppu | 6v |
| Hydraulipumppu holden brooke | 1kk |
| Ylätukivalssin kannatussylinteri | 1v |
| Akselien kannatussylinteri | 1v |
| Kaavari sylinteri | 1v |
| Työ- ja tukivalssin lukkosylinteri | 2v |
| Ylätyövalssin sylinteri | 2v |
| Alatyövalssin sylinteri | 11kk |
| Hilsepesurin sylinteri | 2v |
| Hilsepesurin sylinterin letku | 1v |
| Ylätyövalssin sylinterin letku | 1v |
| Alatyövalssin sylinterin letku | 1v |
| Akselin kannatussylinterin letku | 1v |
| Painekorotussylinterien emulsiopuoli | 4v |
| Suodatin | 2v |
| Painelähetin | 5v |
| Paineenalunnuslohkon paineenr.vent. | 1v |
| Paineenkorotuksen komponentit | |
| Suuntaventtiili suora sähköohjaus | 3v |
| Vastaventtiili | 5v |
| Varoventtiili | 1v |
| Paineenkorotuksen hydraulimoottori | 15v |
| Paineenkorotusylinteri öljypuoli | 7v |
| Suodatin | 2v |
| Pneumatiikka komponentit | |
| Typpiakun varoventtiili | 4v |

TASAPAINOTUSHYDRAULIIKAN VIKAPUU

Levyvalssaimen tasapainotushydrauliikka

 [OR] 1 Levyvalssain ei toimi


 [OR] 717 Tasapainotushydrauliikka

 [OR] 715 Kannatusjärjestelmä

 [OR] 718 Kannatushydrauliikka vikaantunut

 [OR] 7 Työvalssien kannatus vikaantunut

 [OR] 165 Ylätyövalssin kannatus vikaantunut

 [OR] 161 Ylätyövalssin VPL sylinteri vikaantunut

 171 Ylätyövalssin vlp sylinterin letku viallinen

 172 Ylätyövalssin vlp sylinterin tiiviste viallinen

 173 Ylätyövalssin vlp sylinteri mekaanisesti viallinen

 [OR] 162 Ylätyövalssin VPT sylinteri vikaantunut

 174 Ylätyövalssin vpt sylinterin letku viallinen

 176 Ylätyövalssin vpt sylinterin tiiviste viallinen


 175 Ylätyövalssin vpt sylinteri mekaanisesti viallinen

 [OR] 163 Ylätyövalssin KPT sylinteri vikaantunut

 178 Ylätyövalssin kpt sylinterin letku viallinen

 180 Ylätyövalssin kpt sylinterin tiiviste viallinen


 179 Ylätyövalssin kpt sylinteri mekaanisesti viallinen


 [OR] 164 Ylätyövalssin KPL sylinteri vikaantunut































 182 Ylätyövalssin kpl sylinterin letku viallinen






























 184 Ylätyövalssin kpl sylinterin tiiviste viallinen





























 183 Ylätyövalssin kpl sylinteri mekaanisesti viallinen




























 [OR] 167 Venttiilivika ylätyövalssin kannatuksessa




























 [-] 168 Painerinjan 2/2 venttiili vikaantunut





























| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | |  | <u>544 Venttiili viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[1] 169 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>546 Venttiili viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>170 Ylätyövalssin puristussyntereiden paineenrajoitusventtiili ei toimi</u> |
| | | | | |  | <u>235 2/2 Sulkuventtiili vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>236 Varoventtiili vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>466 Ylätyövalssin paineenkorotus järjestelmä vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 166 Alatyövalssin kannatus vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 196 Alatyövalssin VPL sylinterit vikaantuneet</u> |
| | | | | |  | <u>186 Alatyövalssin vlp sylinterin letku viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>193 Alatyövalssin vlp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>192 Alatyövalssin vpl sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 195 Alatyövalssin VPT sylinterit vikaantuneet</u> |
| | | | | |  | <u>191 Alatyövalssin vpt sylinterin letku viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>204 Alatyövalssin vpt sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>190 Alatyövalssin vpt sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 194 Alatyövalssin KPT sylinterit vikaantuneet</u> |
| | | | | |  | <u>202 Alatyövalssin kpt sylinterin letku viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>207 Alatyövalssin kpt sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>203 Alatyövalssin kpt sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 200 Alatyövalssin KPL sylinterit vikaantuneet</u> |
| | | | | |  | <u>205 Alatyövalssin kpl sylinterin letku viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>201 Alatyövalssin kpl sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>206 Alatyövalssin kpl sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 198 Venttiilivika alatyövalssin kannatuksessa</u> |
| | | | | |  | <u>[1] 189 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>579 venttiili viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[1] 188 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | | |  | <u>580 venttiili viallinen</u> |
| | | | | |  | <u>[OR] 712 Varsipaine hukassa alatyövalssin sylinterireistä</u> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | | | |  | <u>[OR] 151 Painelinja</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 150 Painelinjan esiohjattu 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>599 venttiili viallinen</u> |
| | | | |  | <u>149 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>144 Paineakun turvaventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>145 Varoventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 158 Yläakselin paineakku vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>540 Yläakselin paineakkun letku viallinen</u> |
| | | | |  | <u>541 Yläakselin paineakku viallinen</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 14 Ylätukivalssin kannatus vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 60 Ylätukivalssin kannatussyylinteri vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>70 Ylätukivalssin kannatus sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | | |  | <u>71 Ylätukivalssin kannatus sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | |  | <u>72 Ylätukivalssin kannatus sylinterin putkisto viallinen</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 61 Venttiilivika ylätukikannatuksessa</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 67 Painelinja</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 66 Painepuolen esiohjattu 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>669 venttiili viallinen</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 65 Painepuolen esiohjattu 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>670 venttiili viallinen</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 649 Tankkilinja</u> |
| | | | |  | <u>68 Paineakun turvaventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>69 Varoventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 64 Tankkilinjan esiohjattu 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>679 Venttiili viallinen</u> |
| | | | |  | <u>63 Paineenrajoitusventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 159 Ylätukivalssin paineakku vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>680 Ylätukivalssin paineakkun letku viallinen</u> |
| | | | |  | <u>682 Ylätukivalssin paineakku viallinen</u> |






























| | | | |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | |  | <u>[OR] 594 Kannatuksen venttiileillä ei ohjauspainetta</u> |
| | |  | <u>[AND] 592 Esiohjauspaineen suodattimet vikaantuneet</u> |
| | | |  <u>593 Suodatin viallinen</u> |
| | | |  <u>591 Suodatin viallinen</u> |
| | |  | <u>[OR] 595 Venttiilivika esiohjauspaineessa</u> |
| | | |  <u>598 Turvalohko viallinen</u> |
| | | |  <u>596 Vastaventtiili viallinen</u> |
| | | |  <u>597 Esiohjauspaineen rakkopaineakku viallinen</u> |
| | |  | <u>[OR] 6 Kaavarien hydraulikka vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[OR] 38 Lähtöpuolen kaavari vikaantunut</u> |
| | | |  <u>[OR] 40 Lähtöpuolen kaavarin venttiilivika</u> |
| | | |  <u>50 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  <u>51 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  <u>52 Painelinjan virtavastusventtiili vikaantunut</u> |
| | | |  <u>53 Tankkilinjan virtavastusventtiili vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[-] 42 Kaavarin VP sylinteri vikaantunut</u> |
| | | |  <u>54 Kaavarin vp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | |  <u>55 Kaavarin vp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | |  <u>56 Kaavarin vp sylinterin letku viallinen</u> |
| | |  | <u>[-] 43 Kaavarin KP sylinteri vikaantunut</u> |
| | | |  <u>506 Kaavarin kp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | |  <u>507 Kaavarin kp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | |  <u>508 Kaavarin kp sylinterin letku viallinen</u> |
| | |  | <u>[OR] 39 Tulopuolen kaavari vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[OR] 41 Tulopuolen kaavarin venttiilivika</u> |
| | | |  <u>46 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  <u>47 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  <u>48 Painelinjan virtavastusventtiili vikaantunut</u> |

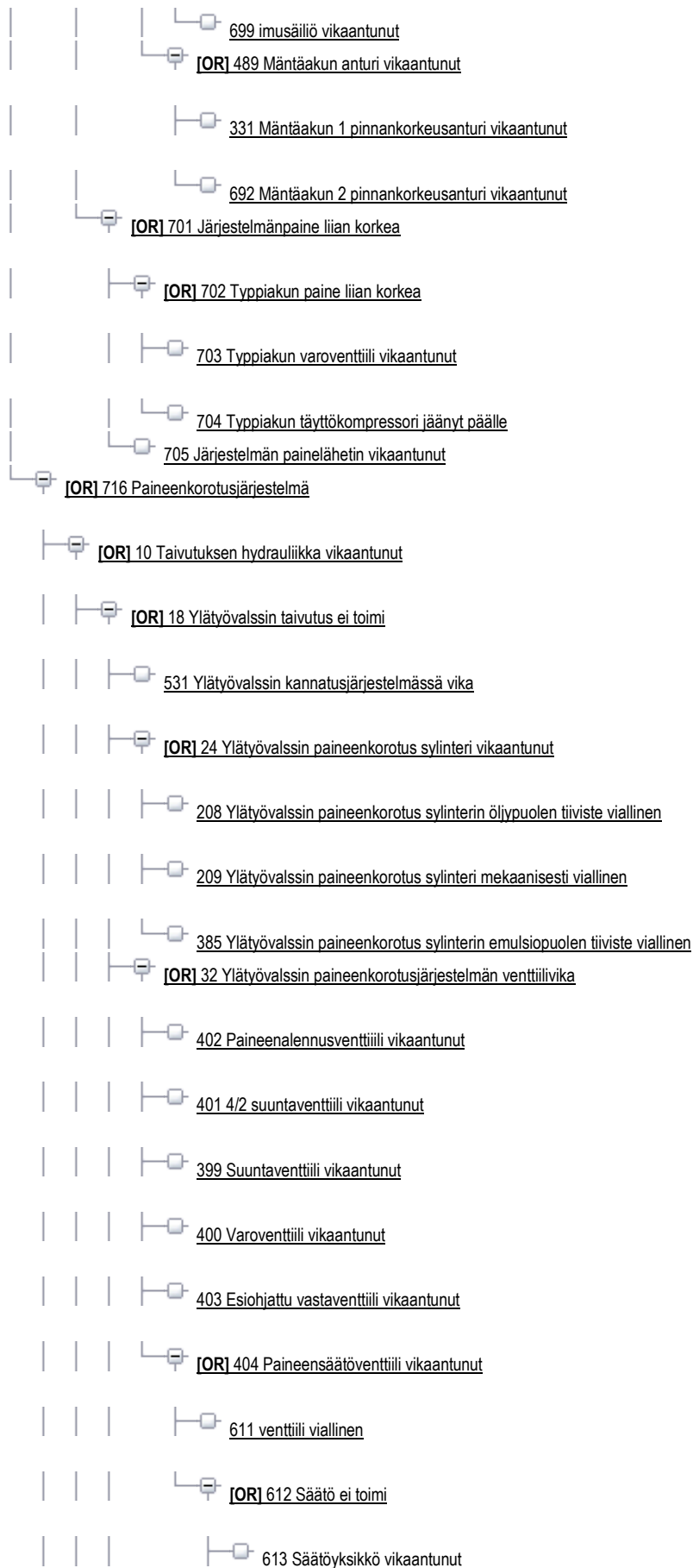
| | | | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | |  | <u>49 Tankkilinjan virtavastusventtiili vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[.] 511 Kaavarin VP sylinteri vikaantunut</u> |
| | |  | <u>510 Kaavarin vp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | |  | <u>509 Kaavarin vp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | |  | <u>512 Kaavarin vp sylinterin letku viallinen</u> |
| | |  | <u>[.] 516 Kaavarin KP sylinteri vikaantunut</u> |
| | |  | <u>514 Kaavarin kp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | |  | <u>515 Kaavarin kp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | |  | <u>513 Kaavarin kp sylinterin letku viallinen</u> |
| |  | | <u>[OR] 15 Yläohjain hydraulikka vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[OR] 77 Yläohjainten tulopuoli</u> |
| | |  | <u>[OR] 73 Yläohjainten TVP sylinteri vikaantunut</u> |
| | |  | <u>99 Yläohjaimen tvp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | |  | <u>100 Yläohjaimen tvp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | |  | <u>101 Yläohjaimen tvp sylinterin letku viallinen</u> |
| | |  | <u>102 Yläohjaimen tvp sylinterin anturi viallinen</u> |
| | |  | <u>[OR] 74 Yläohjainten TKP sylinteri vikaantunut</u> |
| | |  | <u>106 Yläohjaimen tkp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | |  | <u>104 Yläohjaimen tkp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | |  | <u>105 Yläohjaimen tkp sylinterin letku viallinen</u> |
| | |  | <u>103 Yläohjaimen tkp sylinterin anturi viallinen</u> |
| | |  | <u>[OR] 80 Yläohjainten tulopuolen venttiilivika</u> |
| | |  | <u>[OR] 91 Painelinja</u> |
| | |  | <u>87 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | |  | <u>90 Vastaventtiili + kuristin vikaantunut</u> |
| | |  | <u>[OR] 92 Tankkilinja</u> |
| | |  | <u>683 Virtausvastusventtiili vikaantunut</u> |

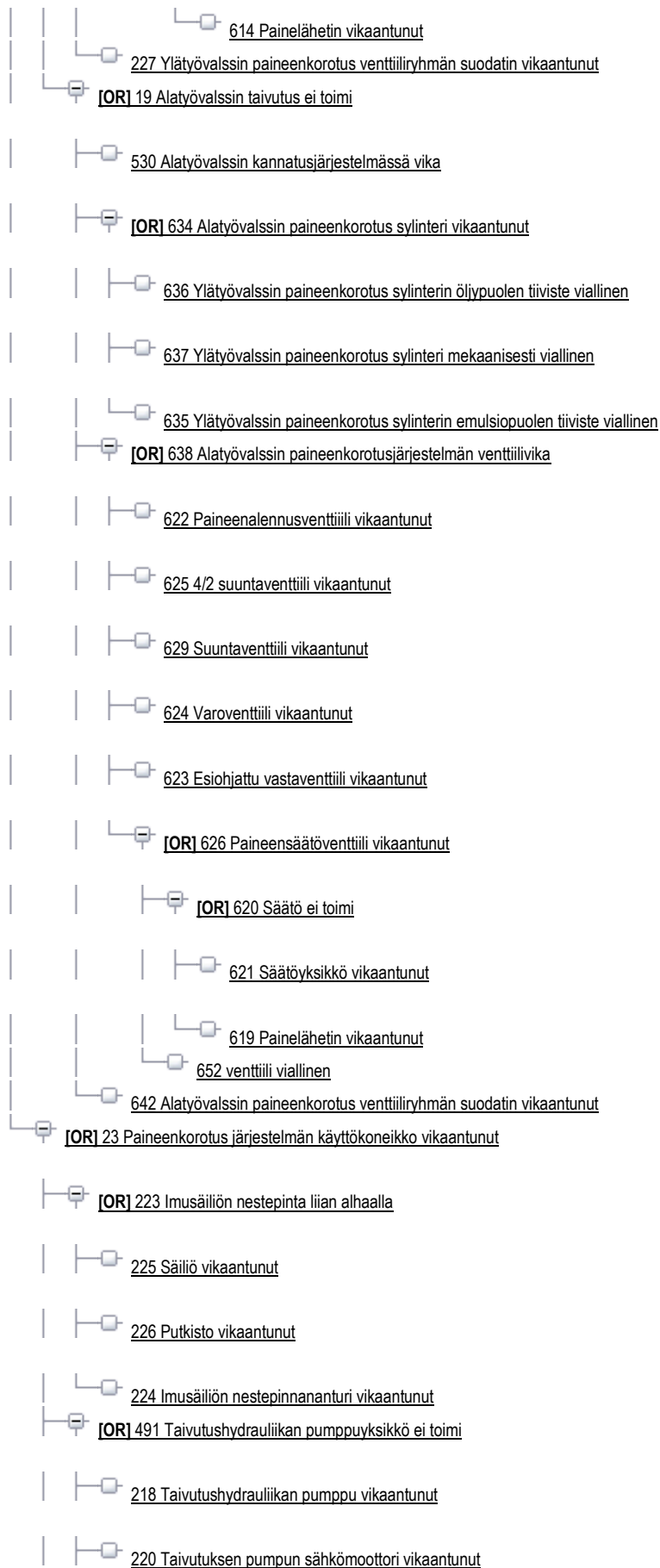
| | | | | |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| | | |  | <u>86 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>95 Paineenrajoitusventtiili vikaantunut</u> |
| | |  | | <u>[OR] 78 Yläohjainten lähtöpuoli</u> |
| | |  | | <u>[OR] 75 Yläohjainten LVP sylinteri vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>111 Yläohjaimen lvp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | |  | <u>109 Yläohjaimen lvp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | |  | <u>110 Yläohjaimen lvp sylinterin letku viallinen</u> |
| | | |  | <u>108 Yläohjaimen lvp sylinterin anturi viallinen</u> |
| | |  | | <u>[OR] 76 Yläohjainten LKP sylinteri vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>116 Yläohjaimen lkp sylinterin tiiviste viallinen</u> |
| | | |  | <u>114 Yläohjaimen lkp sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | |  | <u>115 Yläohjaimen lkp sylinterin letku viallinen</u> |
| | | |  | <u>113 Yläohjaimen lkp sylinterin anturi viallinen</u> |
| | |  | | <u>[OR] 81 Yläohjainten lähtöpuolen venttiilivika</u> |
| | | |  | <u>[OR] 690 Painelinia</u> |
| | | |  | <u>684 Painelinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>691 Vastaventtiili + kuristin vikaantunut</u> |
| | |  | | <u>[OR] 688 Tankkilinja</u> |
| | | |  | <u>686 Virtausvastusventtiili vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>685 Tankkilinjan 2/2 venttiili vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>689 Paineenrajoitusventtiili vikaantunut</u> |
| | |  | | <u>79 Yläohjainten venttiiliryhmän painepuolen suodatin vikaantunut</u> |
| | |  | | <u>[OR] 8 Työ- ja tukivalssien telkien hydraulikka vikaantunut</u> |
| | |  | | <u>[OR] 16 Työvalssin telkit</u> |
| | |  | | <u>[OR] 284 Työvalssin telkien KPL lukitus sylinteri vikaantunut</u> |
| | | |  | <u>302 Työvalssin kpl lukitus sylinterin letku viallinen</u> |
| | | |  | <u>303 Työvalssin kpl lukitus sylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
| | | |  | <u>345 Työvalssin kpl lukitus sylinterin tiiviste viallinen</u> |






| | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| | | |  | [OR] 285 Työvalssin telkien KPT lukitusylinteri vikaantunut |
| | | |  | 517 Työvalssin kpt lukitusylinterin letku viallinen |
| | | |  | 518 Työvalssin kpt lukitusylinteri mekaanisesti viallinen |
| | | |  | 519 Työvalssin kpt lukitusylinterin tiiviste viallinen |
| | | |  | [OR] 301 Työvalssin telkien lukituksen venttiilivika |
| | | |  | [OR] 532 Painelinja |
| | | |  | 309 Painelinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut |
| | | |  | 534 Painelinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut |
| | | |  | [OR] 533 Tankkilinja |
| | | |  | 308 Tankkilinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut |
| | | |  | 535 Tankkilinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut |
| | | |  | [OR] 286 Työvalssin telkien VPL lukitusylinteri vikaantunut |
| | | |  | 520 Työvalssin vpl lukitusylinterin letku viallinen |
| | | |  | 521 Työvalssin vpl lukitusylinteri mekaanisesti viallinen |
| | | |  | 522 Työvalssin vpl lukitusylinterin tiiviste viallinen |
| | | |  | [OR] 287 Työvalssin telkien VPT lukitusylinteri vikaantunut |
| | | |  | 524 Työvalssin vpt lukitusylinterin letku viallinen |
| | | |  | 525 Työvalssin vpt lukitusylinteri mekaanisesti viallinen |
| | | |  | 526 Työvalssin vpt lukitusylinterin tiiviste viallinen |
| | | |  | [OR] 373 Tukivalssin telkit |
| | | |  | [OR] 369 Tukivalssin telkien KPL lukitusylinteri vikaantunut |
| | | |  | 379 Tukivalssin kpl lukitusylinterin letku viallinen |
| | | |  | 380 Tukivalssin kpl lukitusylinteri mekaanisesti viallinen |
| | | |  | 367 Tukivalssin kpl lukitusylinterin tiiviste viallinen |
| | | |  | [OR] 368 Tukivalssin telkien KPT lukitusylinteri vikaantunut |
| | | |  | 361 Tukivalssin kpt lukitusylinterin letku viallinen |
| | | |  | 360 Tukivalssin kpt lukitusylinteri mekaanisesti viallinen |
| | | |  | 377 Tukivalssin kpt lukitusylinterin tiiviste viallinen |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <u>[OR] 378 Tukivalssin telkien lukituksen venttiilivika</u> |
|  | <u>[OR] 362 Painerinja</u> |
|  | <u>365 Painerinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>357 Painerinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 536 Tankkilinja</u> |
|  | <u>358 Tankkilinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>363 Tankkilinjan 2/2 suuntaventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 366 Tukivalssin telkien VPL lukitussyylinteri vikaantunut</u> |
|  | <u>359 Tukivalssin vpl lukitussyylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
|  | <u>375 Tukivalssin vpl lukitussyylinterin letku viallinen</u> |
|  | <u>528 Tukivalssin vpl lukitussyylinterin tiiviste viallinen</u> |
|  | <u>[OR] 364 Tukivalssin telkien VPT lukitussyylinteri vikaantunut</u> |
|  | <u>374 Tukivalssin vpt lukitussyylinteri mekaanisesti viallinen</u> |
|  | <u>376 Tukivalssin vpt lukitussyylinterin letku viallinen</u> |
|  | <u>529 Tukivalssin vpt lukitussyylinterin tiiviste viallinen</u> |
|  | <u>356 Telkien lukituksen ja alatyövalssin varsipaineen suuntaventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 9 Kannatushydrauliikan käyttökoneikko vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 700 Järjestelmän paine liian matala tai painetta ei ollenkaan</u> |
|  | <u>[AND] 488 Mäntäakut vikaantuneet</u> |
|  | <u>[OR] 461 Mäntäakku 1 vikaantunut</u> |
|  | <u>338 Mäntäakun 1 männäntiivisteet vialliset</u> |
|  | <u>342 Mäntäakku 1 mekaanisesti viallinen</u> |
|  | <u>487 Mäntäakku 2 vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 337 Tasapainotuksen typpiakkun paine liian matala</u> |
|  | <u>[OR] 341 Tasapainotuksen typpiakku vikaantunut</u> |
|  | <u>340 Typpiakun varoventtiili vikaantunut</u> |
|  | <u>463 Typpiakun täyttökompresori vikaantunut</u> |
|  | <u>[OR] 330 Mäntäakkujen täyttöpumppaus ei toimi</u> |
|  | <u>[AND] 458 Pumppuyksiköt vikaantuneet</u> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | | | |  | <u>[1/7] 311 Pumppuyksikkö APP28R-18.5 vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 314 Painepumppu vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[1/2] 315 Paineumpun sähkömoottori vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>319 Sähkösyöttövikä</u> |
| | | | |  | <u>320 Sähkömoottori palanut</u> |
| | | | |  | <u>694 Painepumppu mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | |  | <u>480 Paineumpun kotelopaineenanturi vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>479 Syöttöpumppu vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 481 Imusuodattimet tukossa</u> |
| | | | |  | <u>[AND] 697 Suodattimet</u> |
| | | | |  | <u>695 Suodatin 1 vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>696 Suodatin 2 vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[AND] 482 Anturit</u> |
| | | | |  | <u>710 Imusuodattimen tukkeutumisanturi 1 vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>711 Imusuodattimen tukkeutumisanturi 2 vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>484 Paineumpun paineensäätöventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>706 Vastusvastaventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>707 Paineakku vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>709 Varoventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[1/3] 312 Varapumppuyksikkö vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[1/2] 316 Pumpun sähkömoottori vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>318 Sähkösyöttövikä</u> |
| | | | |  | <u>321 Sähkömoottori viallinen</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 317 Varapumppu vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>460 Varapumpun kannentiiviste viallinen</u> |
| | | | |  | <u>698 Varapumppu mekaanisesti viallinen</u> |
| | | | |  | <u>708 Varoventtiili vikaantunut</u> |
| | | | |  | <u>[OR] 485 Imusäiliön pinnankorkeus liian matala</u> |
| | | | |  | <u>486 Imusäiliön pinnankorkeusanturi vikaantunut</u> |





- | |  608 Imusuodatin vikaantunut
- | |  610 Painesuodatin vikaantunut
- |  **[OR]** 609 Paineenkorotuksen paine liian korkea
- | |  493 Painekeytkin vikaantunut
- | |  492 Paineenalennusventtiili vikaantunut

